THE NEW YORK TIMES BESTSELLER

"WHAT DO YOU CARE WHAT OTHER PEOPLE THINK?"

FURTHER ADVENTURES OF A CURIOUS CHARACTER

《纽约时报》排行榜畅销书

RICHARD P.FEYNMAN

AUTHOR OF "SURELY YOU'RE JOKING, MR. FEYNMAN"

李沉简 徐杨 译

你干吗在乎别人怎么想？

充满好奇心的费曼

[美]理查德·费曼 著

《别闹了，费曼先生！》的作者

你干吗在乎别人怎么想？

充满好奇心的费曼

[美]理查德·费曼 著

[美]拉夫·雷顿 记录

李沉简 徐杨 译

中国社会科学出版社

图书在版编目（CIP）数据

你干吗在乎别人怎么想?:充满好奇心的费曼/ (美)费曼著; 李沉简译. —北京: 中国社会科学出版社, 1999.6
书名原文: What do you cafe what the other people think
ISBN 7-5004-2263-6

I．你…　Ⅱ．①费…　②李…　Ⅲ．费曼-生平事迹
Ⅳ. K837.126.1

中国版本图书馆 **CIP** 数据核字（98）第 09382 号

图字：01-98-1734 号

中国社会科学出版社出版发行
(北京鼓楼西大街甲 158 号)
新魏印刷厂印刷　新华书店经销
1999 年 6 月第 1 版　1999 年 6 月第 1 次印刷
开本：880×1230 毫米 1/32 印张：8.125 插页：7
字数：162 千字　印数：1—10000 册
定价：18.00 元

献给我们的家人和老师

李沉简 徐杨

这是一本关于真实的书

真实的情感
真实的好奇
真实的为学
真实的做人

只不过
拥有这些的正巧是个天才
一个由真实而得的天才

责任编辑：钱红林
平面设计：朱虹

译者序

这不是一本关于天才的书，连同前一册《别闹了，费曼先生》。这是一本关于真实的书——真实的情感、真实的好奇、真实的为学，真实的做人：只不过拥有这些的正巧是个天才，一个由真实而得的天才。

在中国悠悠五千年的历史上，有人文，有技术，却偏偏没有科学。有技术的原因是我们有技术的精神——把任何东西变成实用；没有科学的原因是我们没有科学精神——由天真的好奇出发的寻根究底，探求真实原本。

中华民族是最信奉实用主义的，而且常常是彻底的实用主义，它浸透了我们文化的每一根经纬度：从孔子的实用主义理论，到走了原样的实用主义佛教，到精粹专集的实用主义政治学《资治通鉴》。我们历史上的成功在于实用主义，而近代与现代的失败也在于此。因为没有求真的指南，实用主义的强大蒸汽机便把整列火车推向了不明方向的去路。

费曼的故事有的生动幽默，有的深情感人。但是它们背后的含义却都很有份量。或许，这正是我们所缺乏的，也是我们所急需和必须的。

译　　者

1998 年 10 月 9 日　美国纽约

前言

由于《别闹了，费曼先生》的出版，有几件事应该在这里提一下。

首先，虽然这里故事的主人公费曼和上一本书的是同一个人，但不同的是，在这些有的轻松，有的哀婉的故事中，多数时候费曼先生可并不是在开玩笑——尽管有时看上去如此。

其次，本书中的故事互相连结比较松散。（上一本书是编年而述的，所以有的人以为它是一本自传。）我的动机非常简单：从我听到费曼的这些故事时：就一直想与读者分享它们。

最后，这些故事大多不是在我们打鼓的时候谈起的。具体些说，它们的由来是这样的：

第一部，“一个满是好奇心的人”，讲述的是两个在最大程度上塑造了费曼个性的人：他的父亲梅尔文，和他的第一个所爱艾莲。其中第一个故事是从 BBC 公司克里斯朵夫·赛克斯编制的“探索的乐趣”中截取的。本书的题目，也就是艾莲的故事，费曼每每回忆起总是深情伤怀。它是由十年中的六个不同的故事编集而成。当它最后完成的时候，费曼特别珍爱并乐于与他人分享。

第一部中其他那些比较轻松的故事之所以放在这里，是因为不会再有其他的续集了。费曼特别引以为豪的是“这就像数一、二、三那么简单”的故事，他曾经想以此写一篇心理学的论文呢。

第一部的最后一些信件是费曼夫人格娜丝，以及费里门·戴

逊和亨利 • 贝特提供的。

第二部，“费曼先生在华盛顿”不幸是费曼最后一个精彩的故事。故事很长，是因为它还是当前热门的话题。短一些的删节本可以从《科学与工程》和《当代物理》上找到。它被延迟至今才发表，是因为费曼在调查挑战者号失事之后，立刻就动了第三次和第四次手术，以及化疗、放疗等等。

费曼在加州理工大学教完了最后一堂课的两周之后，也就是 1988 年 2 月 15 日，终止了他与癌症十年之久的抗争。我决定收入他最雄辩和激励人心的讲演——《科学的价值观》，作为后记。

拉夫 • 雷顿

1998 年 3 月

目　录

第一部

一个满是好奇心的人

培养一名科学家

我的一个朋友是位艺术家，他和我常常在一个问题上看法不同。他会拿起一枝花，说："看这花多漂亮。"我很同意：可紧接着他会说，"我作为一个艺术家，可以看到一枝花是多么美丽。可你们科学家总是把它分解枝离，弄得干巴、枯燥无味。"我觉得他有点头脑不清。

首先，他所领略的美也同样能被我和其他人看到。尽管在艺术美学上我不如他那么训练有素、品味细致，但是一朵花的美丽我总还是会欣赏的吧！其次，我从这朵花里领略的比他要多的多。我能想见花里边的一个个细胞，它们也很美。美不仅存在于肉眼可观的度量空间，而且也存在于更细微的度量空间。在这微量空间中，细胞有着精妙复杂的功能和过程。花的漂亮颜色在进化史上的功能是吸引鸟儿替它们传播花粉，这也意味着鸟儿必须能看见颜色。这就又提出了一个新问题：我们的美感是不是在其他低等一点的动物也有呢？这些有趣的问题都是在有了科学知识之后才能提出的，它们在视觉美感之上又增加了一层神秘和奇妙，让人更惊叹不已。我觉得科学只会增加并丰富美，绝不会减少它。

我一直是个相当一门心思做科学的人，尤其在年轻的时候更是心无旁务。在那时候，我既无时间也无耐心来学习人文方

面的东西。大学课程有人文方面的必修课，我也是绞尽脑汁逃避。一直到我年纪比较大了，比较放松了，我才有了些闲暇，学了点绘画，做了些阅读。尽管如此，我还是非常专门的一个人，没有广博的知识。我只有很局限的智力，只好把它用在某一个特定的方面。

在我出生前，我父亲对母亲说，“要是个男孩，那他就要成为科学家。”当我还坐在婴孩椅上的时候，父亲有一天带回家一堆小瓷片，就是那种装修浴室用的各种颜色的玩艺儿。我父亲把它们叠垒起来，弄成像多米诺骨牌似的，然后我推动一边，它们就全倒了。

过了一会儿，我又帮着把小瓷片重新堆起来。这次我们变出了些复杂点儿的花样：两白一蓝，两白一蓝……我母亲忍不住说，“唉，你让小家伙随便玩不就是了？他爱在那儿加个蓝的，就让他加好了。”

可我父亲回答道，“这不行。我正教他什么是序列，并告诉他这是多么有趣呢！这是数学的第一步。”我父亲就是这样，在我还很小的时候就教我认识世界和它的奇妙。

我家有一套《大英百科全书》，父亲常让我坐在他的膝上，给我念里边的章节。比如有一次念到恐龙，书里说，“恐龙的身高有25英尺，头有6英尺宽。”父亲停顿了念书，对我说，“唔，让我们想一下这是什么意思。这也就是说，要是恐龙站在门前的院子里，那么它的身高足以使它的脑袋凑着咱们这两层楼的窗户，可它的脑袋却伸不进窗户，因为它比窗户还宽呢！”就是

这样，他总是把所教的概念变成可触可摸，有实际意义的东西。

我想象居然有这么这么大的动物，而且居然都由于无人知晓的原因而灭绝了，觉得兴奋新奇极了，一点也不害怕会有恐龙从窗外扎进头来。我从父亲那儿学会了“翻译”——学到的任何东西，我都要琢磨出它们究竟在讲什么，实际意义是什么。

那时我们常去卡次基山，那是纽约市的人们伏天避暑消夏的去处。孩子的父亲们工作日都在纽约干活，周末才回家。我父亲常在周末带我去卡次基山，在漫步于丛林的时候给我讲好多关于树林里动植物的新鲜事儿。其他孩子的母亲瞧见了，觉得这着实不错，便纷纷敦促丈夫们也学着做。可是这些丈夫们不理她们。她们便来央求我父亲带他们的小孩去玩。我父亲没有答应，因为他和我有一种特殊的关系，不想让别人夹杂进来。于是，其他小孩的父亲也就只好带着他们的小孩去山里玩了。

周末过去了，父亲们都回城里做事去。孩子们又聚在一起时，一个小朋友问我，“你瞧见那只鸟儿了吗？你知道它是什么鸟吗？”

我说，“我不知道它叫什么。”

他说，“那是只黑颈鸫呀！你爸怎么什么都没教你呢？！”

其实，情况正相反。我爸是这样教我的——“看见那鸟儿了么？”他说，“那是只斯氏鸣禽。”（我那时就猜出其实他并不知道这鸟的学名。）他接着说，“在意大利，人们把它叫做‘查图拉波替达’，葡萄牙人叫它‘彭达皮达’，中国人叫它‘春兰鹕’，日本人叫它‘卡塔诺·特克达’。你可以知道所有的语言

是怎么叫这种鸟的，可是终了还是一点也不懂得它。你仅仅是知道了世界不同地区的人怎么称呼这只鸟罢了。我们还是来仔细瞧瞧它在做什么吧——那才是真正重要的。”（我于是很早就学会了“知道一个东西的名字”和“真正懂得一个东西”的区别。）

他又接着说，“瞧，那鸟儿总是在啄它的羽毛，看见了吗？它一边走一边在啄自己的羽毛。”

“是。”我说。

他问，“它为什么要这样做呢？”

我说，“大概是它飞翔的时候弄乱了羽毛，所以要啄着把羽毛再梳理整齐吧。”

“唔，”他说，“如果是那样，那么在刚飞完时，它们应该很勤快地啄，而过了一会儿后，就该缓下来了——你明白我的意思吗？”

“明白。”

他说，“那让我们来观察一下，它们是不是在刚飞完时啄的次数多得多。”

不难发现，鸟儿们在刚飞完和过了一会儿之后啄的次数差不多。我说，“得啦，我想不出来。你说道理在哪儿？”

“因为有虱子在做怪，”他说，“虱子在吃羽毛上的蛋白质。虱子的腿上又分泌蜡，蜡又有螨来吃，螨吃了不消化，就拉出来粘粘的像糖一样的东西，细菌于是又在这上头生长。”

最后他说，“你看，只要哪儿有食物，哪儿就会有某种生物以之为生。”

现在，我知道鸟腿上未必有虱子，虱子腿上也未必有螨。他的故事在细节上未必对，但是在原则上是正确的。

又有一次，我长大了一点，他摘了一片树叶。我们注意到树叶上有一个C形的坏死的地方，从中线开始，蔓延向边缘。

“瞧这枯黄的C形，”他说，“在中线开始时比较细，在边缘时比较粗。这是一只蝇，一只黄眼睛、绿翅膀的蝇在这儿下了卵，卵变成了像毛毛虫似的蛆，蛆以吃树叶为生。于是，它每吃一点就在后边留下了坏死的组织。它边吃边长大，吃的也就越多，这条坏死的线也就越宽。直到蛆变成了蛹又变成了黄眼睛、绿翅膀的蝇，从树叶上飞走了，它又会到另一片树叶上去产卵。”

同上一例一样，我现在知道他说的细节未必对——没准儿那不是蝇而是甲壳虫，但是他指出的那个概念却是生命现象中极有趣的一面：生殖繁衍是最终的目的。不管过程多，么复杂，主题却是重复一遍又一遍。

我没有接触过其他人的父亲，所以在当时我并不懂得我父亲有多么了不起。他究竟是怎么学会了科学最根本的法则：对科学的热爱，科学深层的意义，以及为什么值得去探究？我从未问过他，因为我当时以为所有的父亲都理所应当地知道这些。

我父亲培养了我留意观察的习惯。一天，我在玩马车玩具。在马车的车斗里有一个小球。当我拉动马车的时候，我注意到了小球的运动方式。我找到父亲，说，“嘿，爸，我观察到了一个现象。当我拉动马车的时候，小球往后走；当马车在走，而我把它停住的时候，小球往前滚。这是为什么呢？”

“这，谁都不知道。”他说，“一个普遍的公理是运动的物体总是趋于保持运动，静止的东西总是趋于保持静止，除非你去推它。这种趋势就是惯性。但是，还没有人知道为什么是这样。”你瞧，这是很深入的理解，他并不只是给我一个名词。

他接着说，“如果从边上看，小车的后板擦着小球，摩擦开始的时候，小球相对于地面来说其实还是往前挪了一点，而不是向后走。”

我跑回去把球又放在车上，从边上观察。果然，父亲没错——车往前拉的时候，球相对于地面确实是向前挪了一点。

我父亲就是这样教育我的。他用许多这样的实例来讨论，没有任何压力，只是兴趣盎然的讨论。它在一生中一直激励我，使我对所有的科学领域着迷，我只是碰巧在物理学中建树多一些罢了。

从某种意义上说，我是上瘾了——就像一个人在孩童时尝到什么甜头，就一直念念不忘。我就像个小孩，一直在找前面讲的那种奇妙的感受。尽管不是每次都能找到，却也时不时地能做到。

在那时，比我大三岁的表哥正在上中学。他对代数头痛之极，所以请了一个补习教师。当补习教师在给他上课时，我被允许坐在一边。我会听到表哥在念叨 X。

我问表哥：“你在干什么？”

“我在求 X 的解，比如，在 2X＋7－15 的方程里边……”

我说，“你指的是 4。”

“是。不过你用的是算术法，可该用的是代数法。”

幸运的是，我学过代数，不过并非通过学校的教育，而是读了我阿姨家阁楼上的一本旧教科书。我弄懂了代数的最终目的不过就是找出 X 是什么——不管你用什么方法。对我来说，“算术法”和“代数法”是没什么区别的。“代数法”仅仅是一连串的步骤，你可以不加理解地教条式地盲从：“从方程的两边都减去 7；然后两边都除以 X 前边的因数”，之类之类。这些步骤可以引导你得到答案，即使你根本对所做的没有任何理解。这些步骤的发明是为了让所有的学生都能通过考试而已。所以，我的表哥一直没有真正领会代数。

我们地区的图书馆有一套数学丛书。第一本叫《实用算术学》，还有《实用代数学》、《实用三角学》（我从那本书学了三角学，不过我并没有真的理解它，所以很快就忘了）。在我大约 13 岁的时候，图书馆进了《实用微积分学》。那时我已经从《大百科全书》上得知微积分学非常重要也非常有趣，所以我觉得该学会它。

当我在书架上看到那本《实用微积分学》时，我大为兴奋。可当我在借书的时候，图书管理员瞧了瞧我，说“你这小家伙，借这书干啥？”

我觉得别扭，于是说了谎。我说是为我父亲借的。这次是我一生中为数极少的几次撒谎的场合之一。

我回家开始用它学微积分。对我来说，它似乎很简单明了。我父亲也开始读它，却弄得糊里糊涂。于是我开始向他解释。我从来没想到他的智力也是很有限的，所以有点失望。这是我

第一次意识到，在某些方面，我已经学得比他多了。

除了物理，我父亲还教了我另一样东西——也不知是对是错——那就是对某些东西的毫不尊重、毫不遵守。有一次，我还很小，坐在他腿上读新出的凹版印刷的《纽约时报》，看见一幅画，上边是一群教徒在向教皇叩首。我父亲说，“瞧这些人，都对另一个人叩首，他们有什么区别呢？因为这个人是教皇。”——他痛恨教皇，他说“他只不过戴着一顶教皇的皇冠罢了。”（要是一个将军，我爸会说是“他的肩章罢了”——反正是穿戴着的外在的东西）。接着，他说，“这教皇也是个人，他有着所有人共同的优缺点，也要吃喝拉撒，也是一个人罢了。”顺便提一句，我父亲是做制服的商人，所以他知道一个人穿着官服和脱去它，底下还是同样的人。

我想他对我的成绩是挺满意的。一次，我从麻省理工学院回家，他说，“现在你在物理方面懂得多了。我有一个百思不得其解的问题。”

我问他那是什么问题。

他说，“当原子从一个状态跃迁到另一个状态时，它会发散出一个叫光子的粒子。”

“对。”我说。

“那么，光子是预先就包含在原子之中的喽？”他问。

“不，光子并没有预先存在。”

“那，”他问，“它从哪儿来的呢？怎么就钻出来了呢？”

我试图解释光子数是不守恒的，它们是由电子的运动而产

生的。不过，我解释不清楚。我说，“比方说，我现在说话发出的声音，它并不预先就存在于我之中啊。”（这好比有一次我的小孩突然声称他不能说“猫”这个词了，因为他的“词汇袋”用完了。就像人并没有一个会被用完的“词汇袋”，原子也没有一个“光子袋”。）

父亲并不满意我的回答。我也始终未能教会他不懂的东西。从这方面来说他没有成功：他送我上大学去寻找答案，可他却没能找到。

我母亲对科学丝毫不懂，可她对我的影响也非常大。尤其是，她特别有幽默感。从她那儿我懂得：理解世界的最高境界是欢笑和广博的同情心。

在我大约13岁的时候，有一阵我和比我大几岁的一帮小孩一起玩。他们比我要成熟一些，认识附近不少姑娘，也自然常常和她们约会去海滩什么的。

有一次在海滩，大多数的男孩都在和女孩们说笑。我对一个女孩有些好感，自言自语地说，“哎，要是芭菠拉和我去看电影就好了……”。就这么一句话，旁边的一个男孩就兴奋起来了。他跑上石堆，找到了芭菠拉，一边推着她过来，一边高声嚷嚷：“费曼有话对你说哪！”弄得我真不好意思。

一下子，所有的男孩都围过来了，嚷着，“嘿，说出来嘛，费曼！”于是，我请她一起去看电影——我的第一次约会。

回家后我告诉了母亲，于是她给了我无数如此这般的衷告，比如，下车时我要先跳下去，伸手去接女友啦，或者在街上我应该走在靠马路的一边啦，母亲甚至教我该说些什么话，这是一种文化传统——做母亲的教儿子该怎么有礼貌地对待女孩。

晚饭后，我穿戴整齐地去芭菠拉家接她。心里直扑腾。自然，她还没准备好（女孩总是这样！），于是她家里人让我在起居室等她。那时她家正好有一批朋友在一起吃饭，七嘴八舌地说什么“瞧这小孩多讨人喜欢”之类的，简直羞死人！

我还记着那次约会的每个细节。从她家到镇上的一个新电

影院的路上，我们谈起了弹钢琴。我告诉她我小时候也试过学钢琴，可过了 6 个月我还是在弹只有几个音符的《戴西的舞蹈》，再也熬不下去了。我特别怕自己会染上姑娘气，而成日弹《戴西的舞蹈》简直让我发疯，于是我就跟钢琴再见了。(那时我特别地怕姑娘气，以至于都不愿意去商店里替母亲买那些女人吃的糕点。)

看完电影我送她回家。我称赞她的手套是多么漂亮，然后在门口与她道晚安。

芭菠拉说，“多谢你给了我这么快活的一个晚上!”

“不客气。”我回答，心里美滋滋的。

可当我下一次和另一个女孩约会的时候，临别她也这说，“多谢你给了我这么快活的一个晚上!”我的自我感觉就没那么美了。

当我和第三个女孩约会后告别时，她刚张嘴说“多谢……”我就抢着说，“多谢你给了我这么快活的一个晚上!”

他说，“多谢……呃……噢……唔……我也挺快活的，多谢!”

又有一次，我们这帮海滩朋友又凑在一起。几个年长一些的男孩正在拿他们的女友来做示范怎么接吻，“你得把嘴唇这么放，得有个角度，不然的话鼻子就撞上鼻子了!”之类之类。于是我跑到另一个屋于里揪住了一个女孩。我们坐在沙发上，我的手臂绕到她背后，开始操练这门新鲜的艺术。突然，所有的人都兴奋地叫起来，“艾莲来喽! 艾莲来喽!”当时我并不认识

这叫艾莲的人。

然后有人叫道，“她在这儿了！她在这儿了！”所有的人都放下了他们正在做的事，跳将起来去看这位公主。艾莲非常漂亮，难怪值得人们这么崇拜她。不过，我很不以为然这种不民主的方式——难道每个人都要停下手里的事，仅仅是因为公主到了吗?

所以，当他们都去看艾莲的时候，我还是和我的那个女孩坐在沙发上操练接吻技术。

后来当我和艾莲熟悉了以后，她告诉我她记得那个舞会，每个人都很热情友好，除了一个家伙在角落的沙发上正跟一个姑娘亲昵。她所不知道的是，两分钟之前，所有的人都在做同样的事。

我第一次和艾莲讲话是在跳舞的时候。她是这样地让男孩子崇拜，以至于他们不停地互相抢她做舞伴。我记得自己也极想和她跳舞，琢磨着什么时候能插队进去。如何请舞伴的事总是让我很犯愁：一个你想要请的姑娘要是在舞场的对面和什么人在跳舞吧，要插进去太费事了，所以你等她转到近处。可当她在你近处吧，你又会想，“唉，这支舞曲一点也不美。”所以你又等好的舞曲。好不容易舞曲正合意了，你刚要上前一步——至少是你觉得自己挪了一步——旁边的什么家伙总是比你抢先一步把她带走了。于是你又只好再等几分钟，因为太快的插入是不礼貌的。几分钟过后，你会又丧气地发现她转到了舞场对面，或是音乐又不是你喜欢的了，或是什么其他见鬼的麻烦……

我就这样迟疑踌躇了半天，还是没和她跳上舞。我自言自语说真想和她跳。旁边的一个朋友听见了便高声宣布，“大家听着！费曼想和艾莲跳舞！”不一会，一个朋友踏着舞步把艾莲带向我这边。同伴们推推搡搡地，“快插进去！”你们可以想象我是多么窘迫，第一句话便是——倒是挺诚实的——“这么着被所有人喜欢，你是什么感觉呀？”我们才跳了没几分钟，就被别人插进来分开了。

我们这些朋友都去上过交际舞课，尽管绝不会公开承认。在那个经济大萧条的年代，母亲的一个朋友以教舞蹈谋些生计。地点就在她家二楼的一间屋子里。她家有个后门，所以她让我们从后门溜进去，可以不让别人看见。

在她家，每隔一段时间就会有一次舞会。我有一个始终未能壮起胆子去证实的理论：女孩的日子比男孩要难得多。因为在那时候，女孩是不可以主动请男孩跳舞的，那是属于“非礼之举”的。所以那些不漂亮的女孩会在舞场边上坐好久也没人请，伤心透顶。

我想，“男孩就容易多了，他们可在任何时候插入。”可实际上并非如此。你不是没有胆子，就是掌握不好时机，反正是担惊受怕地不能充分享受跳舞。

比如吧，你瞧见一个女孩正好闲着，你也挺想请她的，你会想，“好极了！这下机会终于来了！”可那女孩往往会说，“谢谢你，可我累了，想歇会儿。”于是你有些泄气，可还不至于完全垂头丧气，因为有可能她真的是累了呢？但你回头一看，另外一个家伙去请她，她欢天喜地就和他跳上了！于是你又琢磨

开了：他是不是她的男朋友呢？还是她不喜欢我的打扮？还是……反正，这简单的事儿就老变得这么复杂。

有一回我准备带艾莲去跳舞，那是我第一次约她出去。母亲为了让她的朋友多些顾客，还邀请了不少人，其中有几个我极要好的朋友，和我年龄相同。赫罗·卡斯特和大卫·利夫是文人派头的，罗伯特·斯达普勒是个理工科型的。我们几个人常在放学后一起玩、散步，或是讨论问题什么的。

我的这些好朋友那天也在舞会上，他们瞧见我和艾莲一起，马上把我叫到衣帽间，说，“哎，费曼，我们要你知道，我们明白艾莲今晚是你的女孩，我们决不会找她的，我们今晚和她无缘！”等等，等等。可没过一会，这些家伙就来插伴。竞争就来自我的这些好朋友们！我总算懂了莎上比亚的名言：“你们尽说漂亮话。”

你们可要知道那时我是什么样的——一个非常害羞的小孩，总是觉得紧张，因为别人都比我高大强壮。而且我总是害怕自己显得女孩气。那时所有的男孩都打棒球，或者其他什么运动。可我要是看见一只球朝我滚过来，一定吓得发呆，因为要是我拣起球扔回去的话，通常准是不知飞到什么地方去了，然后众人一定哈哈大笑。那真的很让我烦恼。

一天，我被邀请去艾莲家的晚会。好多人都去了，因为她是最漂亮、最好心、也最吸引人的姑娘，谁都喜欢她。当我一个人坐在一张扶手椅上闲着没事的时候，艾莲过来坐在扶手上和我聊起天来。那时我开始觉得“啊！世界多美呀！我喜欢的人注意到我了！”

那时，在我们那儿有个为犹太孩子而设的活动中心。它很大，而且有很多的活动。写作组的孩子们可以写故事来诵读，戏剧组的人组织演戏，还有科学组、艺术组等等。我其实对科学之外的东西都没兴趣，但艾莲在艺术组，因此我也就加入了。艺术这玩艺着实让我头痛——比方像做石膏模型之类（后来我还真用上了它）。我硬着头皮去的原因就是因为艾莲在里边。

可是艾莲有个叫吉隆姆的男朋友也在组里，我于是只好在背景里游移，没什么机会的。

有一次，在我没有在场的时候，有人提名我来做活动中心的主席。成年人都着急起来，因为我那时已经公开声称不信教了。

我是在一个犹太教徒家里长大的，家人每周五都去教堂。我参加“周日学校”，还真的学过希伯来语呢！可是，于此同时，父亲教我许多科学知识。当教堂牧师谈起那些《圣经》里的奇迹，比方树叶在没风的时候突然抖动起来，我总是试图把它们用自然现象来解释。

其中一些《圣经》里的奇迹比较好解释，另外一些就难多了。像树叶的那个故事挺容易解释的。我走去学校的路上听见树叶沙沙地响，可是却没有风。我注意到树叶交错的位置正好稍有所动就会引起共鸣，于是心想：“哈！这可以解释那个伊利亚的树叶发声的奇迹了！”

可其他一些奇迹，我却总也想不出个道道来，比如，摩西扔下手里的东西，它立刻变成了一条蛇的故事。我琢磨不出扔

下的东西怎么会让旁人看成是蛇。

照理说，童年时圣诞老人故事的幻灭该提醒我了，可它没有使我震动到怀疑《圣经》故事的可信性，即使它们与自然常识完全不符。当我知道圣诞老人不是真有其人的时候，我倒松了一口气，因为这非常简单地解决了一个我长久不能想通的问题——一个圣诞老人怎么来得及在一个夜晚给全世界的小孩送礼物呢?

圣诞老人的事本来就不是那么认真的。可《圣经》里的奇迹故事可不一样——那可是顶认真严肃的事。有教堂，教徒们每周做礼拜；有周日学校，牧师教孩子们念《圣经》。这些可不是闹着玩的。圣诞老人可不是教堂之类正儿八经的东西。

所以我去周日学校的时候，一方面我真信他们教的，一方面又没法不产生疑惑。危机的总爆发是免不了的。

真正的危机是我在十一二岁的时候来的。拉比在给我们讲关于西班牙宗教裁判所如何迫害犹太人的历史。他讲述了一个名叫露丝的人的故事——她做了什么，被如何定罪。故事非常具体，好像是法庭的记录一样。我当时是个天真的孩子，听见这么详尽的故事，而且教士讲的完全像，是史实，便相信它一定是真的。最后，拉比讲到了露丝如何在监狱里蒙难，他说，“露丝气息咽咽，她想到……”等等、等等。

我吃惊地困惑起来。课后我去问那个拉比，“露丝临死时脑子里想的什么，别人怎么能知道呢？”

他说，”噢，是这样：为了更生动地说明犹太人受了多少苦，我们编了露丝的故事，其实并没有这么个人的。”

这实在太岂有此理了，我觉得被着实地欺骗耍弄了一番。我需要的是真实，未经加工的真实，由我自己来评判决定！可那时我一个小孩子，没法和大人争辩，只好眼眶发湿，哭了起来，非常气愤。

那拉比问："究竟怎么啦？"

我试着解释说，"我这些年听到的这么多故事，现在我不知道哪些是真的，哪些是假的，让我拿这些学到的东西怎么办？"换句话说，我不再信任那些数据，因此对那整个一套产生了根本的不信任。在那之前的那些年，我一直想方设法来理解《圣经》里的奇迹故事，现在倒好，哼，所有的奇迹都可以解释了，因为它们大概全是编造出来的，见鬼！我闷闷不乐。

拉比又问，"要是对你来说，这些东西这么可怕，你干吗来周日学校呢？"

"因为父母让我来的。"

我从未和父母谈及此事，也不知拉比是否和父母联系过。可父母再也没有督促我去周日学校。这件事发生在我正式成为洗礼过的信徒之前。

由此，这场危机很快解决了我的疑团困境，我悟出那些奇迹故事大约都是为了"更生动地说明问题"而不惜违背自然规律瞎编乱造的。我觉得自然本身是这么有趣，它不应该被那样歪曲。从那时起，我逐渐对整个宗教这个东西再也不相信了。

那个活动中心是年长的犹太人组织起来的，不仅是为了让我们有地方玩而不在大街上晃荡，而且更希望以此来引导我们走向犹太教徒的生活。要是像我这样一个放弃了教义的人当选

为主席，他们准会觉得坐卧不安的。让我和他们都松了口气的是，幸好我没有当选。其实那个活动中心已经支撑不下去，逐渐衰亡。要是我当选了，准会被当做众人所指的替罪羊。

一天，艾莲告诉我吉隆姆不再是她的男朋友了。那对我可是个天大的好消息，我开始有盼头了！她邀我去她家，威斯特敏斯特街154号。

当我到她家的时候，天色已晚，门廊的灯还没点上，所以门牌号码看不见。我不想打扰别人来问门牌，于是在黑暗中蹑手蹑脚地爬上去，摸摸索索地探到了那确实是154号。

艾莲正在为她的哲学课家庭作业发愁。“我们正学到笛卡尔。”她说，“他以‘我思故我在’开始，不知怎么最后能证明上帝的存在。”

“压根儿不可能!”我说，一点也没想到我是在向伟人笛卡尔挑战。(这是我从父亲那儿学到的一种反应：对任何权威都不俯首贴耳，甭管是谁的言论，先看他的起点，再看他的结论，然后问自己，“有没有道理？”）我问，“他怎么可能从第一点推演到结论的？”

“我也弄不清。”艾莲说。

“那咱们来瞧瞧，”我说，“他怎么陈述的？”

于是我们查下去，原来笛卡尔说的是世界上只有一样是确定的——那就是不确定，“他干吗不直话直说呢!”我大为不满，“他不过是想说只有这样东西是他确信的罢了!”

然后笛卡尔又讲什么，“我的所有思维都是不完美的，但不

完美一定是相对于完美而言的，因此完美一定存在于某个地方。”（他狡猾地开始引出上帝了。）

“没那么回事！”我说，“科学上讲，没有一个完美的理论，照样可以有不同程度的趋进。我不明白他究竟怎么回事，看来只是大言欺人罢了！”

艾莲理解我。她明白，在看这些貌似严谨伟大的哲学命题时，完全可以轻松自如地去看它们说的是什么，是否对，而不必去理会它们是哪位伟大的论断。

“嗯，我想反面的观点也成立。”她说，“我们老师说，任何事物都像纸张一样有两面。”

“就这个论断也有对错两面呢！”我说。

“你指的什么？”

我从百科全书上念到的墨比纸条（哦，我那美妙的大百科全书哟！）就是一例。那时代，墨比纸条还不是尽人皆知的，可谁都可以理解它，就像现在一样。墨比纸条平面的存在是直观可见的，不像那些油滑模棱两可的政治问题，也不像那些需要很多历史知识才能理解的东西。大百科全书里有一个神奇的世界，一个鲜为人知的世界。在阅读它的时候，不仅学知识令人兴奋，而且有一种使你具有独特性格的感觉。

我拿来一张纸，扭了半圈，接成一个环形，做一个墨比环。艾莲也兴奋起来。

第二天在课堂，她故意等到老师举着一张纸，说，“任何事物都像纸一样，有两面……”。艾莲举起墨比环说，“老师，您所说的也有两面呢！我这儿有个只有一面的纸！”于是老师和全

班同学都惊奇不已。艾莲自然很得意。我觉得自那以后，她对我留意多了。

在吉隆姆之后，却又有了个新的竞争者，也就是我的“好朋友”赫罗·卡斯特。艾莲总是在我俩之间游移。毕业舞会她和赫罗去，而毕业典礼却和我父母在一起。

我毕业时理科总成绩第一，数学第一，物理第一，化学第一。因此我在毕业典礼上上了好几次台去领奖。赫罗则是英语第一，历史第一，而且执笔写了校庆剧本，所以很令人佩服。

我的英语糟透了，从来没真正领悟到它的根本。对我而言，担心单词拼对拼错是毫无道理的，因为拼法仅仅是人为的一种规定，它和自然真实一点也不相干。一个单词换一种拼法又怎么样呢？因此我对英语没什么兴趣。

纽约州的中学生都要通过州教育局制定的一系列考试。在毕业前的几个月，正好我们要考英语这门课。赫罗和另一个长于文科的朋友、校刊编辑大卫·利夫问我选什么书来写书评。大卫选了具有很大影响的辛克列·路易斯的作品，赫罗则选了一些戏剧的剧本。我说我选了《珍宝岛》，因为在一年级英文课时念过。我告诉他们我预备写些什么评论。

他们哈哈大笑，“哥们儿，要是你对这么一本简浅的书做这些简浅的评论，你不考个不及格才怪呢！”

考试中还有一串问题来写短文。我选的是“科学研究对航天的重要性”。我想，“这真是个笨透笨透的问题，科学研究对航天的重要性还用问吗？！”

我正准备对这个傻问题给个简单明了的答案，可突然想起我的这些文科朋友常提到的“大字欺人”——故意把句子弄得复杂，用唬人的大词。于是我决定试它一试，等于开个玩笑嘛！我对自己说，“既然教育局的先生愚蠢到出‘科学研究对航天的重要性’这样的笨蛋问题，我倒要和他们耍一回。”

于是我大笔一挥，写下，“空气流体飞行科学的重要性在于它可以分析在飞机尾部的涡流、旋涡和环转气流的影响……”，其实我知道这“涡流”、“旋涡”、和“环转气流”指的完全是一回事，只是以三个词来讲听上去更学究气些。这是我平时绝不会做的事。

那个批改我试卷的老师一定是被我的“涡流、旋涡、和环转气流”唬住了，我的得分是 91，而我那些文科的朋友写的是老师熟悉而易于评判的，才得了 88 分。

那年有个新规定，即学生得 90 分以上的，自动在毕业典礼时被授予那个学科的荣誉奖。所以，当剧作家和校刊编辑只好坐在下边时，我这个毫无文科细胞的理科生居然又走上台，去接受英语单科的奖励！

典礼之后，艾莲和我父母以及赫罗的父母在交谈。数学部主任走了过来。他是个很高大强壮的人，还是学校的训导主任呢。赫罗的母亲说，“你好，奥古斯伯莱先生，我是赫罗的母亲，这是费曼的母亲……”

他没有对赫罗母亲加以任何理会，直冲着我母亲说，“费曼太太，我必须强烈提请您注意，像你儿子这样的人是夙毛麟角的，国家和州政府理应支持这样才华出众的学生。您一定一定

要让他去念大学，去您经济所能负担的最好的大学!”他担心我父母是否会不准备送我去大学，因为那时经济萧条，很多孩子中学毕业后不得不挣钱帮着养家。

我的朋友罗伯特就是这样。他也有个小实验室，还教我许多光学仪器的知识。有一次，他在小实验室里出了个意外：在开一瓶石炭酸的时候不慎将一些液体洒到脸上了。他去看医生，脸上带着绷带过了几周。可是有趣的是，当他去掉绷带的时候，皮肤比以前光洁了许多，还少了雀斑。我后来发现，有一种美容的措施便是用石炭酸，只是要稀释罢了。

罗伯特家境很困难，他只好毕业后马上工作，接济他母亲。因此他无法继续他对科学的爱好。

我母亲向奥古斯伯莱先生一再保证，“我们正在尽一切可能节省钱，准备送他去哥伦比亚大学或麻省理工学院。”艾莲在一边听着。在此之后我比赫罗略领先了一点。

艾莲是个很好的姑娘。她是纳沙县罗伦斯中学的校刊编辑，弹一手优美的钢琴，非常有艺术美感。她有时来我们家做些装饰，像壁橱上的小鹦鹉之类的。后来，我家的人对她越来越熟了，她和我父亲常去树林里绘画，我父亲像许多其他人一样，在年纪比较大的时候才有闲情开始学习绘画。

艾莲和我开始互相影响、塑造我们俩的性格。她来自的家庭彬彬有礼，非常顾及别人。她教我也学会顾及别人，可是，她的家庭觉得出于好心或礼节性的不诚实是正常的。

我一向认为一个人要有“你干吗在乎别人怎么想”的态度，

我们要听取别人的意见，加以考虑，但如果我们觉得他们的看法是错的，那就没什么好顾前怕后的。

艾莲一下子就接受了我的想法。她很容易就同意在我们俩的关系中，我们应该互相彻底诚实、直言相谈、彻底地坦荡。这果然有效，我们非常相爱。我们的感情是一种我闻所未闻的。

在那个夏天之后，我去了在波士顿的麻省理工学院，(我未能去哥伦比亚大学是因为当时有一种歧视性的规定——每个学校有限定的配额来招收犹太人的孩子。)我收到朋友的来信，说，“你该瞧瞧艾莲是怎么和赫罗一起出去玩了……”，或者“你在波士顿的时候，她在做如此……在干那般……”。嗨，我在波士顿也有时带姑娘出去，可那一点也没什么，我知道这对艾莲也一样。

暑假到了，我留在波士顿做了一份临时工作，任务是计算某种摩擦力。克莱斯勒汽车公司正在发展一个新技术，可以达到超级抛光效果，我们要做的是测验这方法究竟好多少。(结果是这“超级抛光”并不怎么样。)

艾莲在离我不远的地方也找了份工作，那地方离我大约二十英里，她的工作是照顾小孩。我父亲担心我会花太多的时间和艾莲在一起，以致于影响学业，所以劝说她放弃了她的工作机会（或者是劝我说服了艾莲，我有点记不清了。）那时代和现在不一样，那时年轻人要先把事业发展到相当程度才能结婚娶亲。

那个夏天，我和艾莲只会了几次面。我们约定我毕业后马

上就结婚。那时我已经认识艾莲有六年了。直到现在谈起当时我们是多么相爱，我还是有些哽咽。我们确信无疑我们是不能再默契合配的一对了。

我从麻省理工学院毕业后去了普林斯顿大学攻读博士学位，每逢假期我都回家去看望艾莲。有一回，艾莲的颈部隆起一个鼓包，她是个非常漂亮的姑娘，自然觉得有点不自在。可那鼓包并不疼，她也没太在意。她去找她当医生的叔叔，得到的处方是用油擦擦便可。

过了一阵，鼓包开始变大变小，她开始发烧，而且越来越糟糕。她的家庭医生觉得该送她去医院了。诊断说她有伤寒热。我得知后立刻找出医学文献，把有关的内容全念了一遍，就像我现在一直做的那样。

我去看艾莲的时候，她正处在隔离期，我们都要穿上特别的消毒大褂才能进去。正好她的医生在场，我问他威德实验结果怎么样，(威德实验是诊断伤寒热的最准确的方法，它探查的是粪便中的伤寒菌。）医生说，“结果是阴性的。”

“什么？这怎么可能？！”我说，“这煞有介事的消毒隔离什么的，可你们压根都没能查到伤寒菌？没准儿她患的根本就不是伤寒热！”

结果是医生找艾莲的父母去谈话，他们又告诉我不要干扰医生的工作，“说到底，毕竟他是医生，而你只是她的未婚夫。”

从那以后，我发现那种人根本不知道他们在干什么，而且当别人提出建议或批评时，还认为那是一种侮辱。现在我明白

了，可当时还没有。我真后悔，当初我应该强硬些，应该告诉艾莲父母那个医生是个笨瓜——他确确实实是——他根本不真懂他的本行。可在当时，她的父母说了算。

过了一阵，艾莲明显地好转了，肿块变小了，热度也没了。可过了几周，肿块又复出。这次艾莲换了个医生，他在艾莲腋下和腹股沟也查到了肿块，他说病症似乎出在淋巴系统，他还不能确诊是什么病，因此要和其他医生会诊。

我立刻又跑到大学图书馆，查到了“淋巴系统疾病”，一章：“淋巴结肿大一般表明（1）结核菌疾病，诊断很简单……”我想这肯定不是艾莲患的病，因为医生们在诊断时遇上了这么多麻烦。

于是我接着念其他病的章节：淋巴水肿，淋巴肿瘤，等等，似乎都是奇怪的不同形式的肿瘤。在我仔细阅读之后，才知道淋巴水肿和淋巴肿瘤的惟一区别是前者的患者能活下来或至少活一段时期，而后者的患者则很快死亡。

我尽速地读完了所有淋巴系统疾病的章节，结论是艾莲大概是患了不治之症。然后我又有点自嘲，“大概阅读了医书的人有一半都会觉得自己患了不治之症吧!”于是我又仔仔细细念了一遍，还是未能找到任何其他解释。问题严重了。

接着我去参加每周在帕美楼的茶会，和平时一样地与物理学家交谈，尽管我刚刚发现艾莲十有八九是患了绝症。那种感觉非常奇怪，好像我有两个完全不同、互不干扰的心思。

我去医院看艾莲的时候，告诉了她那个笑话——不懂医学的人看医书以后都觉得自己快完蛋了。然后我说我觉得面临

的是非常大的困难，从我所阅读的，她很可能是患了某种绝症。然后我给她讲了每一种可能的病的情况。其中也有何杰金氏病。

她下一次见到医生时，问道，“会不会是何杰金氏病呢？”

然后她到下一家医院，病历上有了医生的手笔，“何杰金氏病？”从那儿我得知那医生也不比我多懂几分。

医院又给艾莲做了无数的检查，都围绕着这“何杰金氏病？”，还有专门的会诊。我记得坐在外边的走廊里等结果，一个护士推着坐在轮椅上的艾莲出来了。突然，从会诊室里冲出了个医生，奔到我们跟前，上气不接下气地说，“告诉我，你有没有吐过血？有没有咳过血？”

护士嚷嚷着，“走开！走开！这样的问题怎么能问病人啊！”边说边把她推开了，护士转过来对我们说，“他是旁边医院的医生，参加会议总是找麻烦。这种问题不该来问病人的！”

我当时脑子没转过来。那医生其实是在探讨某一种病的可能性。我要是聪明些的话，应该去问他怀疑的是什么病。

最后，在经过了反反复复的讨论之后，医生告诉我最大的可能是何杰金氏病。他说，“病人会时好时坏，慢慢越变越糟。现在还没有任何办法治疗它。过两年后病就致命了。”

“这真是个不好的消息，”我说，“我会告诉她这些情况。”

“不！不！”医生说，“我们不想引起病人的不安，我们会告诉她患的是腺热。”

“不！不！”我回答道，“我和她已经讨论过了何杰金氏病的可能性，她完全可以把握自己的。”

“她父母不想让她知道，你最好先和他们谈谈。”

回到家，所有的人都对我大加劝说，包括我父母，我的两个阿姨，家庭医生。他们都拚命坚持，如果我告诉艾莲这个好姑娘她患了绝症，那将是无法理解的最大的蠢事。他们惊恐地问，“难道你要做这么一件天理不容的事吗？”

我说，“因为我们早有约定，一辈子彻底开诚布公、直面任何困难。躲躲闪闪有什么用？她要问我她生的什么病，我不会撒谎的！”

“天哪！多孩子气！”他们惊呼——哇啦，哇啦，哇啦。他们都对我施加压力，说我大错特错。我相信自己是对的，因为我和艾莲谈起过这种绝症，而她毫无问题去面对它。我明白最好的做法就是把真实情况告诉她。

可最后，我的 11 岁的小妹妹跑了过来。满脸泪水，边哭边打着我的胸脯，说艾莲是多么可爱的姑娘，而我是个多么愚蠢又固执的哥哥。我再也受不住了。我屈从了。

我写了一封分手的情书给艾莲，一直随身带着。万一艾莲发现我撒了谎而不再理我，我可以给她这封信。

上帝从不让事情顺利，总是把它弄得充满波折。我去医院看望艾莲，她坐在病床上，周围是她的父母，都显得心神不宁。她看见我，脸上的阴云一下子飞散了，说，“现在我可知道互相彻底坦率是多么可贵了！”她对她父母点了点头，说，“父母告诉我病症是腺热，我不知该不该相信他们。理查德，现在你告诉我，我患的是腺热还是何杰金氏病？”

“你得的是腺热，”我说，内心如死去了一般。这太糟了

——实在太糟了!

她的反应特别简单,“噢,好,这下我相信他们了。”因为我们已经建立了很深的信任,她就完全释然了。看上去一切都解决了,都顺理成章了。

她的状况好了一些,医生允许她回家。大约一周后,我接到了她的一个电话,“理查德,我有事要和你说,你赶快来。”

“行。”我确认了那封信还在衣袋里。我预感到什么事要发生了。

我走进她的房间,她说,“坐下。”我坐在她的床沿。“好,现在告诉我,”她说,“我患的是腺热还是何杰金氏病?”

“是何杰金氏病。”我伸手去衣袋里摸那封信。

“天哪!”她说,“他们一定把你逼苦了!”

我刚刚告诉她患的是绝症,而且承认说了谎,可她马上想到的是什么呢?——她全想的是我。我无地自容,把那封信给了她。

“你理应坚持的,”她说,“我们是对的!”

“真对不起,我难过极了。”

“我能理解你,理查德,只是以后再也别那样了。”

原来,她在二楼她自己的房间里,偶尔,她会像小孩一样蹑手蹑脚溜到楼梯口,听下边大人们在说什么。她听到她母亲哭过好几次。她回到床上琢磨着,“要是我患的是一般的腺热,母亲干吗那么伤心地哭呢?可理查德也说是腺热,那一定没错。”

过了一会儿她又想,“会不会理查德也说慌了呢?”她又琢

磨这怎么可能。非常令人惊奇地，她很快想到一定是她父母强拧着我说谎了。

她面对这种困境非常平静，安祥地说，“好，我患了何杰金氏病，我们下一步该怎么办？”

普林斯顿给了我一个奖学金，可按规定要是我结婚的话就会被停止，我们知道何杰金氏病的进程：它有时会缓解一些，艾莲可以回家住；过一阵它又会恶化，她必须住院。这样来回来去大概会延续两年。

我想，尽管我还在攻读博士学位，我可以在很出名的贝尔实验室做一些研究。我们可以在纽约皇后区租一间房子，那儿离贝尔实验室旁边的医院不远。我们可以几个月后在纽约结婚。那天下午我们把一切都计划好了。

好几个月以来，医生想取艾莲颈淋巴结的组织做活检，可她的父母一直不同意，他们“不想烦扰这可怜的姑娘”。这回我有了新的决心，不停地做他们的工作，向他们解释这项检查非常重要。有艾莲的帮助，她的父母终于被说服了。

几天之后，艾莲打来电话，“化验报告出来了。”

“是吗？好消息还是坏消息？”

“我也不清楚，你来看看，我们可以谈一下。”

我到了她家，她递给我化验报告，上面写着：“活检证明淋巴腺有结核菌。”

这把我彻底激怒了。我说的是，医书上第一条写的就是他妈的结核病！我忽略了它，因为书上说这是最容易检查的，而医生们在诊断时千难万难。我想当然地以为他们会首先检查最

容易最明显的！那确实是最容易最明显的：因为那从诊室里奔出来的医生问的“她咳血没有”，他的想法正在点子上，他知道病因大概是什么！

我觉得自己简直是个傻瓜。我用了不充分的间接证据，但忽视了最明显的可能性。我想当然地以为医生很聪明。不然的话，我会首先就建议查结核菌，没准儿那医生写的就会是“结核病”？我真蠢。从那以后，我刻骨铭心地学会了。

艾莲说，“那我有可能活七年呢，我还有可能好转一些呢！”

“你什么意思啊，难道你还不知道这是好是坏么？”

“可是我们就不会很快结婚了呀。”

你看，当得知艾莲的何杰金病只能让她活大约两年时，我们计划好了一切（从她的观点出发）。现在她可以活得更长，她倒好像因打乱了计划而烦恼了似的。不过，我很快就向她说通了这是件好事。

自那以后，我们知道两人一起可以面对任何事情。经历了这番，再也没有什么困难可以难倒我们了。

第二次世界大战来临，我当时正在普林斯顿攻读博士学位，被吸收进了制造原子弹的曼哈顿计划。数月之后，我刚拿到博士学位就向家里宣布要结婚。

父亲忧心忡忡。从我呱呱坠地，他就精心培育，希望我成为一个快乐的科学家。他觉得我那时结婚还太早，会耽误我的事业。父亲一直有个怪念头，要是一个男人出了什么事，他总是说，“注意他背后的女人。”他觉得女人是男人的最大危险。男人们一定要提防女人，不可心软。当父亲听到我要和患肺结

核的艾莲结婚，又多了一层担心，怕我会被传染上。

整个家族，叔叔、阿姨、所有的人都担心之极。他们请来了家庭医生，向我解释结核病是非常危险的，我准会被传染上的。

我说，“告诉我这病是怎么传播的，总会有办法的。”艾莲和我已经非常非常小心了：我们不能接吻，因为口中会有结核菌。

然后家人开始向我解释说，当初我和艾莲相约毕业后结婚时，还不知道现在这种情形。谁都会理解一个不明情况的婚约并不是真正的婚约。

我从来没有过他们那种发疯的念头，即和艾莲结婚是因为以前我向她保证过，我连想都没那样想过！尽管没有一张证书，没有结婚登记，我们相爱甚笃，早已在感情上结婚了。

我反问，“要是一个丈夫知道妻子患了肺结核就弃她而去，难道你们会觉得是个合理合情的事吗？”

诸人中只有我的一个阿姨觉得结婚也不见得是坏事，其他人全都竭力反对。不过到那时，我早已经尝到过家里给的劝告有那么多错，我坚持自己的观点。我毫不费力地拒绝听从他们的劝阻，我行我素。他们怎么讲也没用。艾莲和我知道自己所做的是对的。

艾莲和我把一切安排妥当。在普林斯顿边上的狄克斯镇有一家慈善医院，是由纺织女工的工会支持的。虽然艾莲不是纺织工，他们也照收不误。我那时刚刚毕业，参加了政府的工作，薪金很低。但是这样安排至少能让我照顾她。

我们决定在去医院的路上结婚。在普林斯顿的一个叫比尔·吾德华德的同学借给我一辆车，我把它改装了一下，把后座放倒，加了一个床垫，像救护车一样。这样，艾莲累的时候可以躺下。虽说她当时的状况并不太糟，可也毕竟几次住院，身体很虚弱。

我开车去她家接上我的新娘，艾莲一家向我们招手告别，我们开车走了。经过皇后区、布鲁克林区、斯坦顿岛，上了摆渡船——那是我们浪漫的结婚游船吧——然后到市政厅去登记。

我们慢慢地走上台阶，进入办公室。接待人员很友好，马上办了一切手续。他发现我们没有证婚人，于是立即从旁边的办公室里找来了会计和书记员。按纽约法律，我们正式结婚了。那时刻我和艾莲都幸福无比，牵着手互相冲着笑。

那办事员说，“你们正式成为夫妻了，你该吻新娘啦！”

于是羞得面红的新郎在新娘面颊上轻轻地吻了一下。

我给了每个人一点小费，谢了又谢，然后开车送艾莲去医院。

从那时起每个周末我都去看艾莲。有一次公共汽车晚了点，医院已经不许探视了，而附近又没有旅馆。我正好穿着一件很旧的羊皮袄保暖，就找了个空地睡了一夜。由于怕别人早上起来看见我，所以我在远离别人房子的地方安顿下来。

第二天早上醒来，我才发现这原来是个大垃圾堆！我自觉傻乎乎的，不禁大笑起来。

艾莲的医生非常好，可每次看见我付给医院一张18元的国库卷就很生气。他坚持说我们收入这么少是不用付钱的，可我还是每次都付。

一次，我在普林斯顿收到了一大盒铅笔，每支上都有烫金字写着，“亲爱的理查德，我爱你！波丝猫。”（我管艾莲叫波丝猫。）

这倒是蛮甜蜜的，我也很爱她，不过嘛，人总是会不留心把铅笔丢掉的，比如和瓦格纳教授讨论问题后，就蛮有可能把铅笔扔在他桌上了。如果这样的话，那些字让人多不好意思。

那时大家的境况都不富裕，所以我不想浪费那些铅笔，于是我用小刀把铅笔上的字刮掉。

第二天，我就收到艾莲的信，上边写着，“把铅笔上的字刮掉算个什么事儿呢？”接着说，“难道你不为我爱你而自豪吗？”随后又是，“你干吗在乎别人怎么想？”

下边还有打油诗，“你若以我为羞，哒，哒，哒，你是个核桃！”后边一段也差不多，只是最后一句变成了“你是个杏子仁！”每一个都是“果仁”的不同说法。[1]

我还有什么选择呢？只好乖乖地用那些烫了金字的铅笔。

不久，我到了洛斯阿拉摩斯。罗伯特·奥本海默是总头目，他把艾莲安排到了阿伯库克市的一家医院，大概离我们那儿有160 公里。周末我总是去看她。我在周六搭车去她那儿，下午可以探视她，晚上住在旅馆。周日上午又可以见一面，然后搭

[1] “果仁”在美国俚语中也被用作“傻瓜”。——译者

车回工作地。

在工作日，我会常常收到她的来信。有时她会弄一个拼字游戏，剪散了装成一袋子寄来。这时，军队的邮检便会给我一个警告单“请告诫尊夫人这里没有时间玩游戏!”我从来没有告诉艾莲，因为我很乐意于她玩游戏，尽管有时把我陷入令人发笑而又窘迫的局面。

在五月的一天，洛斯阿拉摩斯所有的信箱都被塞进了报纸，成百成千遍地都是。打开报纸，上边印着巨大醒目的字样“举国上下欢庆理查德·费曼的生日啦!”

艾莲在和整个世界做游戏，她有许多时间去琢磨，看杂志，然后订这订那。她总是变些新花样。(她大概从常去看她的我的同事尼克·麦特波力斯那儿得了不少帮助吧。)艾莲身在她小小的屋子里，心却在世界上。写着不着边际的信，寄来各式各样的东西。

一次她寄来一本做炊具广告的书，里边的炊具全硕大无比——大概是供监狱这种人口众多的地方使用的吧。从风扇、炉钩、到大盆大盘，应有尽有。我暗想，“见鬼，这有什么用？”

这使我想起早先还在麻省理工学院的时候，她寄给我一本大船的广告，上边是战舰、远洋轮之类。我去信说，“你打什么主意呢？”

她回信说，“我在想，等我们结婚时，可以买条船。”

我写道，“你疯了？！也太不着边际了吧!”

不几天，又有一本广告寄到我这儿。这回是富人们用的那些十几米长的游艇、帆船。她的夹条上写，“既然你无意买上次

广告书里的大船，或许我们可以买这样的。”

我去信，“听着，你还是不切实际！”

不久，另一本广告又来了，是卖各种小汽艇的。

我写道，“太贵啦！”

最后，我接到她的条子，“这可是你最后一次机会了，理查德，你一直在说不。”原来，她的一位朋友有一条旧的手摇木船出卖，标价 15 美元，艾莲想买下来，以便夏天时我俩可以泛舟。

唉，经过这么多折腾，谁还能说“不”呢？

正当我在琢磨那本炊具广告的用意时，第二本又到了——做的广告是供中小旅店用的炊具。几天之后，又来了一本，是家庭炊具。

当我周六去看她时，才弄明白是怎么回事。原来她邮购了一个十八英寸的小烤炉。

“我想咱们可以烤牛排呢！”她说。

“胡扯！我们怎么可能在这屋里烤牛肉？烟啊、火啊的……”

“噢，不，”她说，“你只要把炉子支在外边的草地上，每周日就可以烤牛排了！”

那医院正对着贯穿美国的 66 号公路！“不行！”我说，“我是说，那么多的汽车、卡车来来往往，行人走来走去，我怎么可能大模大样在草地上烤牛排？”

“你干吗在乎别人怎么想？”（她开始用这来折磨我了！）“好吧，”她说，一边拉开了桌屉，”我们可以互相让步，你不必戴大厨师的帽子和手套好了吧？”

她晃着那种真正职业大厨师用的帽子、手套，然后她说，“把围裙穿上试试!”围裙打开，上面赫然印着“烤肉大王”之类傻乎乎的字样。

“行了，行了!”我吓慌了，“我去草地上烤肉好了!”于是那以后的周六、周日，我就只好到66号公路边去烤牛排了。

另一件事是关于圣诞卡。在我刚到洛斯阿拉摩斯才几星期后的一天，艾莲说，“我想应该给你的同事们送圣诞卡，你想不想看看我挑的卡片？”

那些卡片都很精致，可里边写的是“圣诞快乐!”，署名是“理查德和波丝猫”。我抗议说，“这怎么能送给费米和贝特?我都不认识他们呢!”

“你干吗在乎别人怎么想？”——结果自然是，卡片都送出去了。

第二年圣诞又来了，那时我和费米、贝特都熟了，还去过他们家，和他们的孩子玩，关系很友好。

一天，艾莲用很正经的语调对我说，“理查德，你尚未问及有关今年圣诞卡的安排……”

我可着慌了，说，“哎，让我瞧瞧……”

卡片写着“圣诞、新年快乐，理查德和艾莲·费曼”。“很好，”我说，“很好，这对每个人都合适。”

“哦，不，”她说，“这对费米、贝特和那些大名人可不合适。”果然，她拿出另一个盒子。

她取出其中一个，上边的祝辞是一样的，可署名变成了“费

曼博士及费曼太太”。

我又只好把卡片送出去了。

“这回怎么这样正儿八经的，狄克[①]？”他们都大笑起来，觉得很开心，因为艾莲捣了这么多鬼，我却毫无办法。

艾莲除了琢磨游戏之外，还买了一本叫做《中文字的音与形》的书。那是本很可爱的书，我一直保存到现在。书里有五十来个字，都以极漂亮的书法写出，旁边注着什么“三女成灾”之类的东西。艾莲买了专用的宣纸、毛笔和墨，开始练习书法。她还买了本中文字典，以便知道更多的汉字。

有一次我去看她时，艾莲正在练书法，她自言自语地说，“不对，写错了。”

我这个“伟大的科学家”说，“你什么意思啊？这字怎么写只不过是人为的惯例罢了，并没有自然法则来规定它非要怎样，你爱怎么写就怎么写。”

“我是说，从美的角度来看不对头，问题的关键在于平衡，在于感受。”

“这样、那样，我看没什么区别。”我争辩道。

“来”，她递过毛笔，“你自己试试。”

我写了一个，然后说，“等等，让我再写一个——刚才那个太散了。”（我还是不松口说写错了。）

她问，“你怎么来定那个字应该多散才对呢？”

我明白了她的用意。那些笔划都有一定的方法才能写得悦

① 狄克是理查德的爱称。——译者

目。美学的规律是一种特殊的东西，我不能定义它。因为我不能定义它，我就不承认它的存在。可事实上，从刚才的经历中我领悟到它是存在的。从那以后，我对艺术有了一种惊奇神往。

在那一阵，我在奥伯林上大学的妹妹乔安寄来了一张明信片，用铅笔写着些中文字。

乔安比我小九岁，也在学物理。有我这样一个哥哥对她着实不容易。她总是试图找一些我不能做的事。这回，她悄悄地在学中文。

我不懂中文，可有一件事是我平生兴趣所在，就是花无穷的时间去解谜。那个周末我把明信片带着去见艾莲。她教我怎么以偏旁部首和笔划来查字典。有趣的是每个字有几个意思，你必须把几个字连起来才能弄懂它们说的是什么。

我极其耐心，终于解开了字谜。乔安写的是诸如“我今天很愉快”之类的话。可有一句我不太明白——“我们庆祝了这里的造山节”。以为是我弄错了，后来才知道在奥伯林还真有个神经兮兮的“造山节”，我还真翻译对了。

那些词句都是日常琐语，可我知道乔安写中文是在向我显示呢。

我从艾莲那本书里横挑竖挑地拣了四个字，似乎可以凑成一句，然后拿起毛笔大练特练，每个字都写上五十多遍，从中挑比较漂亮的，由艾莲认可，排成一行。我用尼克的相机把我的杰作照下来留念，然后，把粘好的纸卷好，塞在一个筒子里寄给我妹妹。

她接到后把纸卷打开，却不认识那些字。她以为我是随意

挑了四个字，于是找到她的中文教师。

他看到这些字后第一句话是，“书法相当不错嘛！你写的？”

“呃，不。它们什么意思啊？”

“老兄亦言。”

我真是坏透了，总不让乔安有机会赢我一次。

艾莲的身体越来越弱。她父亲从纽约来看她。在二战期间，做这样的长途旅行是很花钱的。可他知道艾莲剩下的日子不多了。一天，他打电话到洛斯阿拉摩斯，“你最好马上来。”

我预先早就和我的一个朋友克劳斯·法希安排好，有紧急情况时可以借他的车，尽快开到医院。我开车上路，让两个人搭上车，以防万一需要帮忙。

果不其然，我们开到圣塔菲时，一个车胎爆了，搭车的和我一起换了备用胎。可当我们开出圣塔菲时，备用胎又爆了。正巧附近有个修车铺。我记得我在耐心地等修车师傅先修排在我前面的车，可那两个搭车的知道情况紧急，便跑去向修车师傅解释，他立刻先把我的车胎补好了。我们决定不等他补备用胎了，因为那会有更多的延迟。

我们又上路了。我有些后悔方才太急于赶路，都没对修车师傅说几句感谢的话。在离医院大约 50 公里处，又一个车胎爆了！我们只好把车扔在路边，搭车去医院，然后再打电话给拖车公司。

我在医院见到艾莲的父亲，他在那儿有几天了，”我再也受不住了，”他说，“我回家去了。”他太难过了，径直走了。

我最后见到艾莲的时候，她已非常虚弱，神志也有些迷糊了。她好像不知道发生了什么事似的，大多数时候直瞪瞪地注视前方，偶尔会环视周围一下，呼吸艰难。有时她的呼吸会突然停止，好像在咽下什么东西似的，然后又开始呼吸。如此延续了好几个小时。

我出去走了一会儿。我觉得很奇怪，面对这样的情况，自己的感觉并不像平时人们讲的那样悲痛欲绝。也许我在骗自己？当时我自然不会心情很好，可也并没有特别地悲伤，大概是我们很久以来早已明白，这一天终会来到。

这一切很难解释。假如有长生不老的火星人来地球，看见我们这些叫做人类的动物，明知死亡不可避免，却在死之前活七八十年，大概火星人会觉得这是个天大的心理问题——在明知生命易逝的情况下活着。可是我们人类就是这么活着，我们在死的预期下欢笑、玩乐、生活。

对于我和艾莲来说，和一般人的区别不过在于他们有五十年，而我们只有五年。这只是一个量的不同——根本的心理问题其实是一样的。如果我们觉得“别人能有五十年，比我们更幸福”，那倒是会有区别。可我们并不这么想。人实在没有必要弄得自己悲苦无比，去抱怨“为什么我这么背运？上帝为什么要对我这样？究竟我做了什么会招来这报应？”——如此种种。如果一个人能真正理解现实，理解整个现实，那么上述的抱怨便毫无意义。所有发生的，存在的都是无法预期无法改变的，只是生命中的偶合罢了。

我和艾莲有过多么快乐的几年！

我回到她病房，心里想象着此时她身体里发生的那些生理变化：肺功能衰竭导致氧气不能充分进入血液，脑缺氧便会神志迷糊，心脏微弱，反过来又让呼吸更困难。我一直预计在各器官都衰竭的时候会有突然间的总崩溃。可事实上根本没有这样。她只是越来越神志不清，呼吸愈弱，直至停止——不过在那以前，还有一次很微弱的呼吸。

值班护士证实艾莲确实亡故了，然后就走了，因为我想单独和艾莲在一起。我在那儿坐了一会儿，然后俯身在她额头上吻了最后一次。

我惊奇地发现，她的头发的气味还是和以前一样！过了一阵想想，其实这并不奇怪，因为头发的气味没有理由会改变。可在当时，这对我是个小小的惊诧：在我想来，一个巨大的变化刚刚发生了，可是又好像什么都没变。

第二天我去丧葬场。一个工作人员递给我几个从艾莲手上摘下的戒指，问我，“你要不要再看你妻子一眼？”

“这是什么……不，不用再看了！”我嚷道，“我刚才看过她！”

“是的，可现在她被化妆过了。”

丧葬场的一切对我来说是彻底陌生的。为什么要去给一个已经空却的躯壳涂脂抹粉呢？我不想再见艾莲，那会让我更难受。

我打电话从拖车公司那儿要回了车，把艾莲的遗物收拾好放在后座上，让一个人搭上车，往洛斯阿拉摩斯开。

还没到 10 公里，啪，又一个车胎爆了。我开始破口诅咒起

来。

搭车的用一种看疯子似的眼光瞧了我一眼,“只不过是一个车胎爆了,是吧?”

“没错,可是一只,一只,又一只!”

我们换上备用胎,以很慢的速度开回了洛斯阿拉摩斯,也没去修那只坏胎。

我不知该怎么面对在洛斯阿拉摩斯的朋友们。我不想让别人都阴沉着脸,问我艾莲的故去。有一个人问我情况如何。

我说,“她死了。你的工作进展怎样?”

他们一下就明白过来我不想把悲伤传染开来。只有一个人来表示哀悼,我后来才知他在我回去的时候并不在工作地。

一天晚上,我梦见艾莲,我马上说,“不,不,你不能到梦里来!你已经不再活着了!”

过了些天,我又梦见艾莲。我又说,“你不能到梦里来!”

“呵,不,”她说,“我骗你了。其实我是对你厌烦了,才策划了这一切,以便我可以脱身。可现在我又喜欢你了,所以就回来了。”我的意识和自己在闹别扭。总有一天我们会能够解释,为什么他妈的在梦里她会依然活着!

那时,我准是在心理上扭曲了自己,我一颗眼泪也没掉。直到一个多月后,我在橡树城的一家商店里看见了一件漂亮的连衣裙,我想,“艾莲一定会喜欢的,”顿时不能自己,潸然泪下。

就像数一、二、三那么简单……

我小的时候有个朋友叫伯尼·沃克。我们俩在家里都有“实验室”，常常做“实验”。有一次，那时我们大约十一二岁吧，我俩在讨论什么。我说，“思考不过就是在内心对自己讲话罢了。”

“真的？”伯尼说，“你知道汽车齿轮箱里的奇怪形状的齿轮吧？”

“知道啊，那又怎么样呢？”

“好，现在告诉我，你是怎么对自己‘说’它的形状的？”

所以我从伯尼那儿学到。思维除了语言之外，还可以是视觉的。

在上大学的时候，我开始对梦发生了兴趣。在做梦的时候，眼睛是闭着的，可是一切都这么清晰逼真，完全像是通过视网膜而成的影像。这是由于视网膜被另外的东西激活了（比方说被脑子）呢，还是在脑里有“控制中心”，在梦中失控了呢？尽管我对脑的功能非常感兴趣，可从未从心理学那儿得到任何令人满意的答案。心理学都在做那些圆梦之类的生意。

在普林斯顿上研究生院的时候，有一篇其实愚蠢无比的心理学论文引起了广泛的讨论。作者推断大脑中控制时间感的是一个含铁的化学反应。我对自己说，“他见鬼的怎么得到这个结

论？”

原来，他的妻子有长期的体温不正常，有时高有时低。不知怎的，他想出来试验她的时间感。他让她不看钟表而数秒钟，然后记下她数六十秒所花的时间。他让她（可怜的女人！）成天从早到晚地数，发现她发烧的时候数得快，不发烧的时候数得慢。于是他推论，脑中控制时间感的机制一定是在发烧时跑得更快。

作为一个很“科学”的人，那家伙知道化学反应的速度是随反应能量和环境温度而变化的。他测量了他太太读秒的速度变化和体温，推测出温度和速度的相对变化，然后从化学书里找出那些反应速度与温度变化有近似的化学反应。他发现最接近的是含铁的反应。于是，他就推出时间感是由一个含铁的化学反应来决定的。

我觉得那完全是胡说八道——那长长的一连串推论中，任何一步都有无数出错的可能。不过，他提出的问题是非常有趣的；究竟什么来决定时间感呢？当你试图以某一种速度来读秒，是什么来决定这个速度呢？你又怎么能让自己改变它呢？

我决定来研究这个问题。我先不看钟表，以匀速来数 1、2、3，直到 60。数完后一看钟，长花了 48 秒。不过这并不是问题，只要能以一定的匀速计数，绝对的时间是无关紧要的。我又重复了一次，这回花了 49 秒，接下来是 48、47、48、49、48、48……所以看来我可以用相当准确的速度来默数。

如果我坐在那儿不默数，只是估计一分钟的长短，结果就差得很多。因此，凭空估计一分钟是很不准确的，有默数的帮

助则会好很多。

好，现在我知道自己可以用一定的速度默数，下一个问题是哪些因素会影响它呢?

我猜想心率可能是一个因素。于是我便上上下下跑楼梯，跑得心跳极快，然后冲回房间，趴在床上默数到60。

我还试验了在跑楼梯的同时默数60。

同学看见我上窜下跳，都乐了，“嘿，干吗呢? ”

我不能回答他们（这使我明白自己不能一边说话一边默数)。我只是埋头起劲地跑，活像个疯子。

（那些伙伴已经对我的疯癫行为习以为常了。另一次，一个家伙来我的宿舍，我正在做一个实验忘了锁门。他看见我穿着一件厚羊皮袄，探身到窗外的冰天雪地之中，一手托着一只碗，另一手在不停地搅拌，还大声嚷着，“别打扰我！别打扰我！”那次我是在做一个琼脂实验：我好奇如果琼脂在不断被搅拌时，在低温下是否还会凝成胶冻。)

话说回来，在我试了跑上跑下和躺在床上默数之后，想不到的结果是：心率没有影响。而且运动使我很热，这样看来体温也没什么影响。我没找到任何影响默数速度的因素。

跑楼梯不一会就变得枯燥了，我就在做其他事的同时默数。比如，在洗衣服的时候，我会填写有几件衬衣，几条裤子。我可以在“衬衣”一栏写3，在裤子一栏写4……可碰上袜子就糟了——袜子数目太多了。我在数36、37、38时，还有一大堆的39、40、41……，这怎么办?

后来我发现我可以把它们分到不同的空间位置，比如一个

四方形：左下角一双，右下角一双，这边一双，那边一双——行了，一共 8 只。

同样，我发现我可以数报纸的条数，只要把它们分成 3、3、3 再加 1 就能得 10；然后三个那样的组再加一组就可得 100。这样，我默数到 60 时可以说，“到点了，有 113 条。“更奇妙的是，我竟可以一边默数，一边阅读文章，而默数的速度并不变化！事实上，除了说话之外，我可以一边做任何事一边默数。

我又试了边打字边默数。这回，我发现数 60 需要的时间变了。我大为兴奋，终于发现了一个可以改变默数速度的因素了！我继续做实验。

我一边打字一边默数，19、20、21……没问题……27、28、29……没问题——碰上一个不懂的词，心里会一动，“这是什么词”，然后明白过来，“噢，是它呀”——然后接着数 30、31、32，等到 60 时，我已经迟了。

经过仔细自我观察和琢磨，我找出真相了：我分心了。其实默数的速度并没有变，而是在碰到难词的时候由于注意力的转移，默数停了一小会，而我自己一开始并没有注意到而已。

第二天早上，我在早饭时向同桌的伙伴讲了这一系列实验。我说，除了说话，我可以一边默数一边做任何事情。

一个叫约翰·吐其的说，“我不信你可以边阅读边数，也不相信你不能边说边数。我敢打赌，你并不能边阅读边数，但你能边说边数！”

于是我演示了一遍。他们拿来一本书，我一边看一边数。到了 60 我叫停——果然是 48 秒，我的老时间，然后我正确地

复述出书里讲什么。

吐其惊讶不已。我们拿他做实验，测了他数 60 的平均时间。他开始说话，“玛丽有只小羊羔，我爱讲啥就讲啥，一点问题也没有，不知为什么你们就不行……”他“哇啦哇啦”说个不停，最后叫道，“到点了！”我们一看，他默数的时间和平时一模一样 1 我简直不能相信！

我们讨论了一会，发现了新东西。原来吐其默数的方法和我不同，他在默数时是想象一个写着数字的纸条在跳动，这样他可以在嘴上念，“玛丽有个小羊羔。”这下可弄清楚了：因为他是在用视觉默数，所以他可以说话但不能阅读，我正好相反，我是用声音来默数，所以我不能同时说话。

这个发现之后，我又尝试能否在默数时大声地读书——这是我们两人都不能做的。我想这会用着脑中既不管视觉也不管语言的区域，所以我想用手指，因为它由触觉来控制。

不一会，我成功地用手指来数，同时大声地读书。不过我进一步想让一切都是意识过程，而不包含动作，所以我试着一边念书一边想象手指在动着数。

我一直无法成功。或许是我的努力不够，或许是它确实不可能。自此以后，我从来没碰上谁能做到它。

通过那个试验，吐其和我发现，原来像默数这么简单的事情，看上去似乎应该大家都一样，其实每个人也有自己独特的方法。而且我们发现脑功能可以用客观、外部的方法来检测，比方说，不必依赖他对自己的分析和陈述，你可以观察在默数时一个人能做什么或不能做什么，这样的测试是客观和公正的，

没法做假。

用自己已知的东西来解释新的概念是人之常情。概念是一层一层的：这个是由那个组成，而那个又是由其他组成。因此，像默数这个概念，各人也可以不同。

我常常想起这个实验。特别是在我教很艰深的诸如巴塞尔积分方程时，我会看见方程式的数字、符号是五彩的——我也不知为什么。我会在脑海中看见方程就像杰克和艾曼德教科书里的一样，但是 J 是棕色的，N 是紫色的，X 是黑色的，到处飘浮着。我不知学生们是怎么看它的。

那还是在 50 年代的时候。有一次，我从巴西乘船回来的旅途上，船在千里达岛[①]停留了一天。于是，我决定乘机参观一下此处的重要城市西班牙港[②]。那时候每当我去某个城市旅游时，我总是对那个城市贫穷的区域最感兴趣，想看看那些处于底层的人们是怎样生活的。

我到几个小山坡上走了走，到黑人区逛了逛。回来的路上，一个出租车停在我跟前。司机说："嘿，你这家伙，想逛一逛城里吗？只要你五个比韦[③]。"

我说："行啊。"于是就上了出租车。

司机一开始往山坡上开，一些宫殿式建筑物出现在眼前。司机说："我带你去看那些富丽堂皇的地方。"

我说："不用了，谢谢你。那些地方在每个城市都差不多。我想去看看穷人住的地方。坡上那些地方我已经看过了。"

"噢，"司机颇感惊讶。"我很乐意带你去那儿，但是完了后，你得让我问你一个问题。所以，我要你每到一处都仔细地

[①] 千里达岛（Trinidad）位于西印度群岛，是千里达共和国的一个组成部分。——译者（该地通常译作特立尼达——Ken777 注）

[②] 西班牙港（Port of Spain）是千里达共和国的首都。——译者

[③] 比韦（Biwi）是当地货币。——译者

看。”

然后，他带我去了一个东印度人居住的小区。这地儿的住房看来是出自政府资助的基建项目。司机在一个水泥砖砌成的房子前停了下来。房子内看起来什么东西都没有。一个男人坐在房前的台阶上。“看见那个男人了吗？”司机说，“他有一个儿子在马里兰州上医学院。”

然后，为便于我更好地了解这儿的居民，他又去邻居那儿找来一个人。这是一个满嘴有很多龋齿的女人。

再下一站，司机带我见了两个他非常佩服的女人。他羡慕地说：“她们俩一起存钱买了一个缝纫机。现在，她们是周围居民的裁缝。”他在把我介绍给她们时说：“这是一位教授，有意思的是，他想看看我们这儿的居民。”

我们接着看了很多地方。最后司机对我说：“教授，现在该我问你我的这个问题了。你见到的这些印度人跟黑人一样穷，有些比黑人还穷，但不管怎么样他们是在往前走。瞧，那个男人送他的儿子上了大学；那两个女人正在做裁缝生意。可是，我们黑人却什么也没成。这是怎么回事？”

当然，我告诉他我不知道。对几乎每一个问题，我的答案也是如此。但他不肯接受一个教授说不知道。于是，我试图想出一些我认为是可能的解释。我说：“印度有很悠久的传统。这些传统来自于他们几千年丰富的宗教和哲学文化。虽然这里的印度人已不再居住生活在印度，但他们从祖先那里继承了这些生命中对他们来说最重要的传统，这就是，为创造自己的前途而奋斗以及支持自己的孩子去奋斗。”

我继续说:“我想，对这儿的黑人来说，不幸的是他们没有机会去发展这样一种悠久的传统；或者说，如果曾经有，也由于外来入侵和奴隶制度而丢失了。”我不是很清楚是否真的如此，但这是我能给的最好的答复。

出租司机倒觉得我的看法不错。他告诉我他也在计划创造一个美好的前途：他已攒了一些钱在赌马，如果他赢了，他将自己买一辆出租车，然后他真的能干得很好。

我告诉他赌马不是个好主意，但他坚持认为这是他的惟一出路。他的出发点不错，但他的方式方法却是凭运气，我感到很可惜。

我不想继续说教下去，所以，司机带我去了一个热闹的地方，那儿有一个钢管乐队在演奏非常优美的加力骚音乐[①]，这让我度过了一个愉快的下午。

[①] 千里达岛工人跳舞时所唱的即兴歌曲。——译者

一次，我在瑞士的日内瓦参加一个物理学会议。我散步时正巧经过联合国大楼，我想:“干脆进去瞧瞧。”我当时的装束不大像要参观联合国的样子：一条脏裤子和一件旧大衣。不过还好，有些地方你可以进去参观，还有导游带着你转。

整个参观非常有意思，但最震撼人心的地方是那巨大的会议厅。大家知道，通常这类巨型国际建筑都搞得很过分。这种会议厅一般情况下也就有一个简单的讲坛罢了，在这里却有好几层。你得爬上一系列的台阶才能站到那个木制的庞大的讲台后面，身后是一个也很庞大的屏幕。你的前面一眼望去是听众座席和典雅的地毯，以及背后镶有黄铜把手的漂亮的大门。会议厅的每一侧都有一排供不同语言的翻译使用的窗式小亭。这地方妙极了。我不停地想:“哇，在这种地方作报告该是什么滋味!”

参观完会议厅后，大家在厅外的走廊里转，导游指着窗外说:“你们看见那边正在修造的楼群了吗？六个星期后和平使用原子能会议将第一次启用那些大楼。”

我突然想起毛瑞·吉尔曼和我要在那个会议上作关于高能物理当前形势的报告。我的报告安排在所有人员都要参加的总体报告大会。于是我问导游:“哎，先生，那个会议的总体报告

大会是在哪儿举行？”

“在那个我们刚刚参观过的会议厅里。”

“噢！”我兴奋地叫了一声，“那么我将会在那个大厅里作报告了！”

导游瞥了瞥我的脏裤子和我那皱皱巴巴的衬衫。我下意识到导游一定觉得刚才我冲口而出的话特好笑，不过对我来说，那却是发自内心的惊讶和兴奋。

我们接着往前走了一会儿，导游介绍说：“这个休息厅供各个代表团举行非正式讨论会时用。”通往休息厅的门上有一些正方形的小窗户，你能通过窗户看见里边，所以大家都在往休息厅里看。有几个人坐在厅里交谈。

我也朝窗户里看，突然看见里边有一个人我认识，是俄国物理学家依果·特姆。“哈！”我说，“我认识那家伙！”然后推门就往里走。

导游见状喊了起来，“别，别，别进去！”这会儿，他一定认为他碰上了一个疯子，但他也没敢来追我，因为他自己也不允许进那个门。

特姆认出我后眼睛亮了起来。导游这才松了一口气，也没等我便领着参观人员继续往前走，我不得不跑着去追他们。

在物理学会会议期间，我的好朋友包勃·白切尔对我说，“伙计，听着，等和平使用原子能会议召开时，会很难订到房间，如果你还没有预定房间的话，为什么不让外交部给你安排一下？”

“不！”我说，“我不想让外交部帮我办任何事！我自己会

去办。”

回到我住的旅馆后，我告诉旅馆的人我一星期后要走，夏末时再回来。我问，“我能预定一个房间吗？”

“没问题！你什么时候回来？”

“九月的第二个星期……”

“哦，费曼教授，我们非常抱歉，那时候的房间已经全部订满了。”

这样，我只好四处乱碰，从一个旅馆走到另一个旅馆，最后发现，离会议还有六个星期，但这儿所有的旅馆都被预定得满满的。

然后，我想起我和一个物理学家朋友在一起时曾经经历的一个插曲，这位朋友是一个沉默寡言且尊严十足的英国人。

那一次我们一起驾车横穿美国。当我们刚刚开过俄克拉荷马州的桃沙市时，据说再往前有一段路被大水淹没了。我们开进一个小城里，看见到处停的是车，车里的人们正都准备就在车里过夜了。我的这位朋友说，“我们最好也停下来，显然我们不能再往前开了。”

“啊，这怎么行！”我说，“你怎么知道？让我们瞧瞧到底我们行还是不行，也许，等我们到那儿时，水会退下去了。”

“我们不应该浪费时间，”他回答道，“如果现在开始找，也许我们还能在旅馆里找到一个房间。”

“哎，不用担心！”我说，“我们还是走吧！”

于是我们开出了城。开了大约十到十二英里时，就面临着一片大水。是的，甚至对我这种疯子来说，这水也是太大了点。

毫无疑问，我们可不想逞能去穿越这片“洪水”。

我们只好往回开。我的朋友直咕哝：这会儿别想在旅馆里找到房间了。我安慰他别担心。

回到小城，城里完全被车和睡在车里的人给堵塞了，显然是因为旅馆里实在没有房间了，所有的旅馆一定是满满的。这时我看见一个门上用很小的字写着“旅馆”，好像是我在阿伯库克市碰到过的那种我所熟悉的旅馆，其实是隐蔽的妓院。那时候，等着去医院探我妻子时，我常常在城里闲逛，东瞧西瞧，见到过这种旅馆：你得爬上一系列的楼梯，旅馆办公室就在你爬上第一层楼梯的最上一阶。

我们上楼，进到办公室。我对经理说，“我们想要个房间。”

“没问题，先生。我们有一个双人房间在三楼。”

我的朋友惊讶万分：整个小城被睡在车里的人们挤得满满的，这里居然有个旅馆还有空房间！

我们上楼往我们的房间走，我的朋友渐渐明白过来：这房间压根儿没有门，只是门口挂着一个帘子。房间倒颇干净，还有一个洗脸池。这并不算太坏。于是我们准备睡觉。

我的朋友说，“我想撒尿。”

“洗手间在走廊那头。”

我们听见走廊里有女孩子在吃吃笑并且走来走去。朋友有点儿紧张，他不想走到外边去。

“没关系，在洗脸池里撒好了。”我说。

“那可不卫生。”

“没事儿，把水龙头打开就行。”

“我不能在洗脸池里撒。”他说。

我们俩都困了，于是躺下来。天气很热，我们不用盖任何东西，我的朋友由于外面的噪音而无法入睡。我好像有点儿进入朦胧状态。

过了一会儿，我听见旁边地板吱嘎响了一声，我微微睁开一只眼：正是他，在黑暗中悄悄地走到了洗脸池旁。

话说回来，我知道日内瓦的一个叫“城市旅馆”的小旅馆，就是那种门朝着街，爬上一系列楼梯便到办公室之类的“旅馆”。那儿通常都有空余房间，没有人去电话预订。

我上楼进了办公室，告诉旅馆办事员我六个星期后会到日内瓦，想住在他们的旅馆：“我可以预订一个房间吗？”

“没问题，先生，当然可以！”

这位办事员把我的名字写在一张纸条上——他们居然没有任何册子来记录预订名单——我记得那人还试着找一个钩子把那张纸条放上以便能记住。就这样，我预订好了房间，一切顺利。

六个星期后，我回到日内瓦，去了“城市旅馆”，他们确实已经为我准备好了房间，房间在最顶上一层楼。虽然这地儿很便宜，却很干净。（这是瑞士！瑞士永远是干净的！）床单上虽有几个洞，也是很干净的床单。早晨，他们还送欧式早餐到房间来。对有我这个提前六个星期就预订房间的房客，他们颇感欣喜。

然后，在和平使用原子能会议的第一天，我去了联合国。

接待桌前排着相当长的队，人人都在履行登记报到手续。一位女士在记每个人的地址和电话，这样万一有留言需要转达时可以尽快联系。

“你住哪儿，费曼教授？”她问。

“城市旅馆（Hotel City）。”

“噢，你是指‘大都会旅馆’（Hotel Gite）吧。”

“不，就叫‘城市旅馆’：C-I-T-Y。”（干吗不呢？在美国我们会叫“Cite”，所以在日内瓦人们就叫“City”，因为这样听起来有外国味。）

“可它不在我们的旅馆名单上。你肯定它是叫‘城市’（City）？”

“在电话簿上找找电话号码，你会找到的。”

“噢！”她说，然后查电话簿。“我的名单不全！有些人还没找到地方住，也许我可以向他们推荐这个‘城市旅馆’。”

过后，她一定向某人打听了关于这个“城市旅馆”的情况，因为后来没有任何别人住到那里去。偶尔，城市旅馆的人会接到从联合国打来的电话找我，他们会敬畏而兴奋地从办公室“跑”上二层楼来告诉我下楼接电话。

我还记得住在此旅馆时一幕有趣的情景。一天晚上，我从窗户往院内看。在院子对过的楼里，有个东西引起了我的注意：那东西看起来像倒着放在窗台上的碗。我觉得它在动，所以我盯着看了一会儿，可是又不动了。过一会，它又向一边移动了一点儿。我没有搞清楚那是什么玩意儿。

过了好一会儿，我才明白：原来那是一个家伙拿着个望远

镜，他用窗台做望远镜的支撑，在往我楼下的窗户里看！

在“城市旅馆”时，另有一幕我将永远记得的情景，我真想能把它画下来：有一天晚上，我从会议上回到旅馆，推开底楼的门，看见旅馆老板站在那里，做出一副冷漠的样子，一手拿着一支雪茄，另一只手在把什么东西往楼上推。再往上，那位给我送早餐的女人也在用双手把那个东西往楼上拉。在楼梯顶上的台阶处，正站着一位那种女人，披着假毛皮衣，袒胸露怀，手放在臀上，傲慢地等着。她的客人有点儿酒醉，不大能自己爬上楼梯。我不清楚旅馆老板是否知道我实际上明白这是怎么回事；我只是赶快走过他们。老板大概会为他的旅馆感到羞耻，但是，对我来说，当然我觉得这幅情景挺有趣的。

究竟谁是赫曼

有一天，我接到一位老朋友从洛斯阿拉摩斯打来的长途电话。她的声音非常沉痛，“理查德，我有一个不幸的消息告诉你，赫曼去世了。”

我这人对别人的名字总是记不住，为此总是心里感到很不舒坦，也常为我对人不够注意而感到自己很糟糕。所以我说，“噢？”——试图让自己镇定和严肃起来从而得到更多的有关情况，然而内心却暗暗在想，“究竟谁是赫曼？”

她接着说，“赫曼和他母亲同时死于洛杉矶附近发生的车祸。因为他母亲是洛杉矶人，葬礼将于 5 月 3 日 3 点钟在洛杉矶的玫瑰山殡仪馆举行。”然后她说，“赫曼活着的话会非常非常想知道你是否能作他的抬棺送葬人。”

我仍然没想起来赫曼这个人，却只好说，“当然，我很愿意作他的送葬人。”（至少这样的话我能搞清楚赫曼是谁。）

然后我有了个主意：打电话给殡仪馆。“5 月 3 日 3 点钟在你们那儿有一个葬礼……”

“你问的是那个葬礼：是歌德史米特还是帕奈尔？”

“噢……嗯……我也不清楚。”这仍然对我没有什么提示，我觉得两个名字都不是。最后我说，“恐怕是个双重葬礼，他的母亲也死去了。”

“啊，有了，那是歌德史米特。”

“是赫曼·歌德史米特？”

“没错，是赫曼·歌德史米特和歌德史米特夫人。”

太好了。那么这人叫赫曼·歌德史米特。可是，我依然没能想起来这个赫曼·歌德史米特是谁。我实在不知道我究竟犯什么糊涂了。听朋友讲话的口气，她肯定我和赫曼互相很熟。

最后的机会是去葬礼上看看棺材里边。

我去了葬礼，那位安排这一切的女士身着黑衣走过来，用悲伤的语调说，“我太高兴你能来。赫曼知道的话也一定非常感动”——等等，都是些严肃认真的话。谈起赫曼，每个人都拉长着脸，但我还是不知道赫曼是谁——当然，如果我知道他是谁，我会为他的死而感到很遗憾的！

葬礼继续着，然后，到每人排队与遗体告别时，我走到跟前。我往第一个棺材里看去，那是赫曼的母亲。我往第二个棺材里看去，那正是赫曼——我向你发誓，我这辈子从来没有见过这人！

到抬棺材去墓地的时候，我加入了抬棺人的行列，我小心翼翼地把赫曼放在他的坟墓里，因为我知道他对此会非常感激的。但是直到今天，我还是不知道赫曼是谁。

许多年以后，我终于鼓足勇气去问我的朋友，“记得我去过的那个葬礼吗，大约是十多年前，是为哈瓦德……”

“你是说赫曼。”

“噢，对——是赫曼。告诉你，我根本不知道赫曼是谁。遗体告别时我也没认出他来。”

“可是，理查德，你们是战后在洛斯阿拉摩斯认识的。你俩都是我的好朋友，我们在一起交谈过许多次。”

“我还是想不起来。”

几天后，她打来电话，告诉我大概是这么同事：也许她认识赫曼时我正好刚刚离开洛斯阿拉摩斯——因此，她把时间搞混了——但是，因为她与我和赫曼分别都很要好，所以她以为我们俩一定互相认识。结果这次是她搞错了，而不是我（通常情况下是我）。不过，或许她只是出于礼貌才那么讲的?

费曼——歧视女性的猪猡！

在加州理工学院给一年级学生上完课的几年后（讲义作为《费曼物理学讲座集》已经出版），我收到一封信，信来自于一个主张男女平等的组织，信中我被指责为歧视妇女者，原因出自于两件事。第一件事是我在讨论速度的微妙之处时，涉及一位被警察罚款的开车的妇女。讨论的是关于她开车有多快，以及她如何引经据典来反驳警察对速度的定义。信中说我让这位妇女看起来非常愚蠢。

他们反对的另外一件事是伟大的天文学家亚瑟·爱丁顿讲的一个故事。那时，爱丁顿刚刚发现星星从产生氦气的氢燃烧核反应中获得能量。他讲到在他完成这项发现的那个晚上，他和他的女朋友坐在一起。她说，“瞧，闪烁发亮的星星多么漂亮！”对此他回答道，“是啊，可是此时，我是世界上惟一能懂得这些星星是如何闪烁发亮的人。”他是在描述完成一项新发现时的一种奇异的孤独感。

这封信声称我是意指妇女没有能力来理解核反应。

我认为去回答他们的指责实在没有意思，于是，我回了一封短信：“你们这些人，别给我找麻烦！”

不用说，这一招儿不怎么灵。另外一封信又来了：“你对我们 9 月 29 日的信的答复不能令人满意……”之类，之类。信中

警告说如果我不让出版者修改他们的反对之处，会让我吃不了兜着走。

我没有理睬这封信，把它忘在脑后了。

大约一年左右以后，因我的那本《物理学讲座集》，美国物理学教师协会授奖予我，并邀请我在他们的旧金山会议上作报告。我妹妹乔安住在保罗奥塔——距旧金山开车一小时——所以头天晚上我住在妹妹家，然后我们一起去开会议。

在往报告厅走去的路上，我们看见一些人站在那儿向每一个进去的人散发传单。我俩一人拿了一张，我瞟了一眼。传单上面用大字写着“抗议”，然后是我收到的那些信的摘录以及我的答复（全部答复）。结尾是大大的几个字：“费曼，歧视女性的猪猡！”

乔安突然停下来跑了回去；“这些挺有意思，”她对一个抗议者说，“我想多拿点儿！”

她追上我后，说，“哈，不得了，理查德，你干什么事了？”

我们边往厅里走，我边告诉她此事的始终。

在厅的前面靠近讲台的地方，站着两位来自美国物理学教师协会的著名女士。一位是协会妇女事务的负责人，另一位是菲·艾仁伯格，我在宾夕法尼亚州认识的一位物理学教授。她们看见我在朝讲台走，身旁的这位女士握着满满一把传单在跟我讲话。菲走到我妹妹面前说，“你知道吗？费曼教授有一个妹妹，他鼓励他妹妹学物理，她获得了物理学博士学位。”

“我当然知道，”乔安说，“我就是他的那个妹妹！”

菲和她的助手向我解释这些抗议者是一个小组——出乎意

料的是，领头的却是个男人——这些人总是在柏克莱举行的会议上制造麻烦。“我们会坐在你的两旁以示我们的团结，你讲话之前，我将讲几句话以平息这些示威者。”菲说。

在我的报告之前有另外一个报告，于是，我有点儿时间来思考一下说什么。我谢绝了菲的好心。

当我站起来准备讲话时，有一半的示威者走到了报告厅的前面，游行到讲台下面，高高举着大牌子，喊着，“费曼，歧视女性的猪猡！费曼，歧视女性的猪猡！”

我开始讲话，告诉这些示威者，“我对你们来信的短短答复，把你们不必要地带到这儿来，为此，我感到抱歉。人们对提高妇女在物理领域中的地位的注意力不应该放在教科书中出现的一些琐碎的错误上——即使你们认为那些是错误的话。有远比这些更重要的问题需要人们的关心。不过，不管怎么样，你们来了也好。因为妇女在物理领域中确实受到歧视和偏见，你们今天在这里正好提醒我们这些问题的确存在，并且有必要改变它们。”

那些示威者们面面相觑，高举着的大牌子慢慢落了下来，就像风逝去时掉下的船帆。

我继续说：“虽然美国物理学教师协会因我的教学而授奖予我，但我必须承认我并不会教书，因此，我对教学不敢妄加评论。代之，我愿意讲一些听众中的妇女们尤其感兴趣的话题：我想谈谈关于质子的结构。”

抗议者们把示威牌子放下走掉了。后来，接待人告诉我那个小组领头的男人和小组里的示威者们从来未被如此轻易地击

败过。

（最近，我发现了我那个报告的记录稿，上面所记录的我的开场白一点不像我记忆中的那么戏剧性。我记忆中所说的远比我实际上说的要妙得多！）

我的报告结束后，抗议者中有些人走上前来，逼问我关于那个开车的妇女的故事。“为什么那开车的一定是个女的？”她们说，“你是在含沙射影所有的妇女都是很糟糕的司机。”

“但是这位妇女让警察感到很难堪，”我说，“你们为什么不关心关心那个警察？”

“我们才不管警察怎么样呢！”有一个示威者说，“他们都是猪猡！”

“但你们是应该关心的，”我说，“我忘了提故事中的那个警察也是个女的！”

信不信——我刚和他握过手？

有很多年东京大学一直邀请我去访问日本。但每次我接受邀请后便开始生病，终未成行。

1986 年夏天，东京要举行一个会议，学校又发了邀请。虽然我喜欢日本，也很想去参观，但我没有向会议提交学术论文，所以对被邀请感到不安。学校说没关系，我可以提交一个我以前论文的总结，但我说我不想那样做。学校又说如果我能做一段会议主席——这是我全部的工作——他们会倍感荣幸。于是，我终于接受了邀请。

这次我很幸运，没有生病[①]。于是，格娜丝和我一起去了东京，我做了一段会议主席。

作为会议主席，应该保证发言人只占用规定的时间，以便下一个发言人有足够的时间。会议主席的职位具有如此高的荣誉，以至于有两个副主席来协助。我的副主席说他们会关照介绍发言人，并在规定发言时间到了的时候提醒发言人。

大半段会议进行得很顺利，直到有一个发言人——是个日本人——在规定时间到了后还没停下来。我看了看钟，琢磨着他该停下来了。我看着我的副主席们，给他们做了个手势。

① 费曼患有胃癌，1978 年和 1981 年做过手术。他从东京回来后，在 1986 年和 1987 年的 10 月，又做过手术。——作者

他们走过来对我说，“你不用管，我们会关照的。他在讲汤川秀树[①]。没事儿。”

因此，我虽是会议的荣誉主席，却连掌握时间的简单工作都没做好，而学校却付我的旅途费，安排我的旅行，他们真是太宽厚了。

一天下午，我们在与帮我们安排旅行的接待人交谈。他给我们看一张铁路地图，格娜丝看见在爱斯半岛的中间有一条弯曲的铁路线，还有许多小站——那地方靠近水边，跟哪儿也不着边际。她指着铁路线的尽头说，“我们想去那儿。”

接待人看看我们说，“噢！你们想去……伊势奥律？”

她说，“是。”

“可是在伊势奥律什么都没有。”他看着我说，好像我妻子是个疯子而期望我能让她回到正常。

我说，“是的，我们想去伊势奥津。”

格娜丝没和我谈起过这事，可我知道她在想什么：我们总是乐意找一些不着边际的、从来没听说过的、什么东西也没有的地方去旅行。

我们的接待人有点不安了：他从来没有在伊势奥津预订过旅馆；他都不知道那地方是不是有旅馆。

他开始给我们往伊势奥津打电话。结果是，在伊势奥津，根本没有住的地方，但是在离铁路线尽头大约七公里处有另外一个小镇，那儿有一个日式客栈。

---

① 汤川秀树是日本著名物理学家，1949 年获诺贝尔奖。——作者

我们说，“行啊！那对我们正合适——日式客栈!”他要来电话号码，往那边打电话。

客栈的人有点犹豫：“我们这个客栈很小，是家庭办的。”

“那正是他们想要的。”我们的接待人再次保证。

“他说没说行啊？”我问。

经过一会儿商榷，接待人说，“他同意了。”

可是第二天早上，我们的接待人接到那个客栈打来的电话：他们昨天晚上开了个家庭会议，决定他们不能处理这类情形。他们无法照料外国人。

我问，“麻烦在哪儿？”

接待人又打电话过去问究竟是什么问题，然后转回来对我们说，“是卫生间的问题，他们没有西式卫生间。”

我说，“告诉他们上次我妻子和我出去旅行时，我们带了一个小铲子和卫生纸，自己在地上挖洞，问他，‘我们需不需要自己带个铲子？’”

接待人在电话上向他们解释，最后他们说，“行吧，你们可以来住一晚上，不用带铲子。”

客栈主人来伊势奥津火车站接我们，然后把我们带到他的客栈。我们房间外面是一个漂亮的花园，我们看见一只亮绿色的树蛙在有横竿的金属框架上爬，那框架是用来在室外晾衣服的。我们阳台前面的草丛里有一只小小的小黄蛇。是的，伊势奥津这地方什么都“没有”——但这里的一切都非常漂亮，使我们兴趣盎然。

而且，大约一英里远处有一个寺庙——它是这个客栈存在的原因——所以我们就去参观了这个寺庙。回来的路上下起雨来。一个人开车过去，然后又转回来，“你们去哪里？”他用日语问道。“回客栈。”我说。于是他把我们送了回来。

回到房间时，我们发现格娜丝丢了一个胶卷——也许丢在那人的车里了。我找出字典，查出“胶卷”和“丢失”，然后试着向客栈主人解释。我不知道他怎么搞懂的，反正他找到了让我们搭车的那人，在他的车里，我们找到了胶卷。

洗澡间非常有趣，我们得穿过另一个房间到洗澡间。洗澡盆是木制的，周围堆满了各种各样的玩具——小船等等，还有一条毛巾上有米老鼠。

客栈主人和他妻子有一个两岁的女儿和一个小婴孩。他们给小女孩穿上和服，带到我们房间，小女孩的妈妈给她做了些折纸玩具，我给她画些画，我们跟她一起玩了一会儿。

对门的一位女人送给我们她自己做的一个漂亮的丝球。人人都很友好，一切都很惬意。

第二天早晨，我们该辞行了。我们在一个比较著名的度假村预订有位子，是在一个温泉附近，我再一次翻开字典，然后把我们在度假村订位的发票给客栈主人看——度假村叫“观景眺野”或类似的名字。我说，“明天晚上我们不想住在大旅馆，我们想住这儿，这儿挺好。请你打个电话给他们，让他们改一下。”

他说，“行啊！行啊！”我看得出来，他对这主意挺高兴的：

这些外国人不去住那个富丽堂皇的大旅馆而愿意在他的小客栈里再住一晚。

回到东京后，我们去了金泽大学。一些教授安排开车带我们去附近能登半岛的海边兜兜。我们经过几个风景优美的渔村，参观了村中的一个宝塔。

然后我们参观了一个寺庙，寺庙后面有一个只有特殊邀请方可进入的院子。那儿的神道僧人非常谦和，邀请我们去他自己的住处饮茶，而且还为我们表演了书法。

当接待人带我们到了海边较远处后，他们得赶回金泽。我和格娜丝决定在土岐停留二三天，我们住在一个日式旅馆，旅馆女主人对我们非常非常好，她让她兄弟开车带我们去了海边的几个村子，然后我们自己乘公共汽车回来。

第二天早晨，旅馆女主人告诉我们城里有重要活动，—个取代旧寺庙的新寺庙将要举行剪彩仪式。

我们到达场地时，被邀请坐在长凳上，并有人端上来茶水。许多人在那儿游来转去，终于，有一行人从寺庙后面出现。我们欣喜地看见走在前头的正是我们几天前参观过的那个寺庙的主持。他今天穿着大大的礼仪服，显然是这儿的主持人。

不一会，仪式开始。我们不想打扰一个宗教仪式，于是站在后面。许多孩童在台阶上跑上跑下，嬉笑玩耍，闹出些噪音，所以我们猜想这仪式也不是很正式。我们往前走了走，站在台阶上，以便能看见里边。

仪式极有趣，有一个礼仪杯，里边放着枝杈和树叶；有一

队小姑娘穿着特制的制服；还有人跳舞，等等，很是精心准备了一番。

正当我们看着所有这些表演的时候，突然感觉有人在拍我们的肩膀。是那个主持！他做了个手势让我们跟着他。

我们绕过寺庙，从旁边进去。主持把我们介绍给市长和其他一些头面人物，然后邀请我们坐下。一个表演者在跳舞，所有其他的表演都继续进行着。

然后是讲话。第一个讲话的是市长。接下来是主持，他说?“吾那喽，吾司尼昆塔纳卡努。吾塔努吾尼卡努。吾尼哟左吗苏杜易新替‘费曼先生’吾那卡努卡纳哥扎吗斯……”——然后他指着“费曼先生”，告诉我讲几句话。

我的日语很糟糕，所以用英语讲了几句:“我爱日本,”我说,“我印象尤其深刻的是,你们在技术飞速发展变化的同时依然如此重视你们的传统，正如你们对此寺庙的奉献所表明的。”我试图说明我在日本所见：变化，但不丢失对传统的尊敬。

主持用日语说了些什么,但我不相信是我刚才说的意思(虽然我也听不出来),因为他从来没听懂过我以前对他说的任何东西！但他“做出”的样子就好像他“完全”懂了我的话，以绝对的自信把我的话“翻译”给每一个人。从这一点来说，他挺像我的。

不管怎样，人们礼貌地听着我说的一切，接下来是另外一个僧人讲话。这是个年轻人，是主持的学生，穿着一件奇妙的外套，大大的宽宽的裤腿和大大的宽宽的帽子。他看起来是如此的炫耀和奇妙。

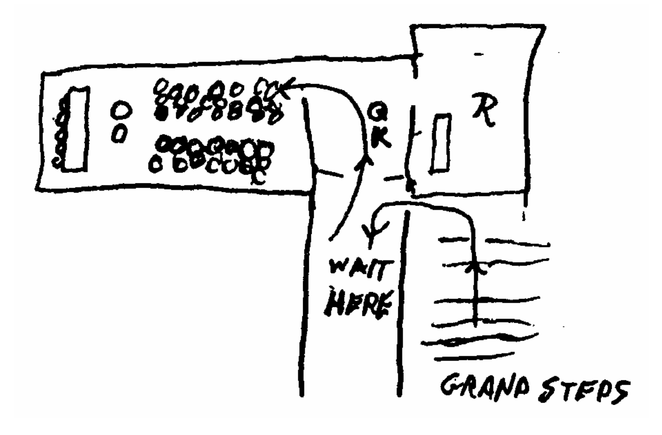
过后我们和那些头面人物一起共进了午餐,感到非常荣幸。

寺庙奉献仪式结束后，格娜丝和我谢过主持，离开餐厅，到村子周围逛了逛。过了一会，我们发现有一群人在拉着一个大车穿过街道，车里有一个神寺。那些人都穿着背后印有些符号的外套，唱着，“哎唷！哎唷!”

我们跟着这列队伍，沉浸在节日气氛中。这时一个警察拿着个步话机走到我们面前，他脱下白手套，伸过手来，我跟他握了握手。

当我们离开警察，继续跟着这列队伍时，听见我们后面有人高调急速的讲话。回转头来，看见那位警察兴奋地在对着步话机说:“欧嘎努法那米哟嘎努‘费曼先生’卡努谬日图努目绕头卡那……”——我只能猜想他在告诉另外一端的人:“你记得那位在寺庙奉献仪式上讲话的费曼先生吗？你信不信，我刚和他握过手？”

那位主持的“翻译”一定给人们留下极深的印象!



1961 年 10 月 11 日

墨西哥人旅馆，布鲁塞尔

亲爱的，你好，

米勒和我一路争论到两人都支撑不住才罢休，醒来时正好在格陵兰上空。这次比上回景色更美，因为我们穿过了岛的一部分。在伦敦，我们和其他一些物理学家汇齐了一起去布鲁塞尔。其中一个人担心得很，因为他的《旅行指南》没有列出这个墨西哥人旅馆。幸好另一个人有新的《旅行指南》，把它列为五星级宾馆，还说是欧洲最好的呢！

这里条件的确很好，家具都是暗红的硬木，做工考究。浴室也是富丽堂皇的。真可惜，你随我去了其他的年会，这一次

却没来。

第二天我们就开会了。我的报告是在下午，时间不够，我的报告只好缩短了，因为我们必须在四点钟结束，好去参加一个招待会。我想我的报告还不错吧，所遗漏的反正在出版时都会补上。

那天晚上，我们去王宫见国王（K）和王后（Q）。五点钟，黑色的加长卧车把我们从旅馆接走，穿过由两名卫兵守护的大门，停在王宫的拱门下。这时一个侍者把车门打开，他穿着红外套，白袜子上有一道黑条，膝盖下还有金色的穗子呢！走廊、门厅、楼梯、舞厅的卫兵还要多，他们都戴深灰色的俄国式帽子，下巴上有一个扣条，黑的上衣，白的裤子，锃光锃亮的大皮靴。他们一个个站得笔管条直，还握着剑。

在“舞厅”里我们等了大约 20 分钟。木条镶花地板的每一方块都拼成“L”型（是前国王理奥巴德的首字缩写，现在的国王是的鲍德应，或是其他什么名字）。墙壁是 18 世纪镀金的，上边画着裸女在云间驾着战车。舞厅周边有许多镜子和镀金、红垫的椅子。这些和我们以前看到的似乎很相似，惟一不同的是，这里可不是博物馆，这里是活生生的。这些一尘不染、维护完好的东西全都在用着。

几个王宫的官员在我们之中穿来穿去，其中一个拿着一张单子，告诉我该站在那儿，可我后来还是弄错了。

大厅尽头的门开了，里边是国王、王后和卫兵。我们慢慢地走进去，一个个地被介绍给国王和王后。国王长着一张傻乎乎的娃娃脸，握手很有力；王后很漂亮。（我想她的名字叫法比

欧拉，是西班牙裔的吧！）我们从左边进了另外一间屋子，里边放着一排排像剧院似的椅子。这些是为准备发言的科学家而设的，包括波耳、佩伦、奥本海默（参见信首的草图）。

原来，国王想了解我们在研究什么。于是那些老头儿就给了六个枯燥无味的讲座，却都很严肃，绝无玩笑。我在那儿坐不住，因为坐飞机旅行把我的腰背闪了。

讲座完了，K 和 Q 走过我们原来等侯的地方，进了右边一间大厅（草图上标有 R 的那间）。这些厅都巨大，镀金，维多利亚古典装饰，金碧辉煌，等等。在那个厅里有好多种制服——卫兵穿红制服；侍者穿白制服，上酒和点心；军人穿卡其布军装，戴满了勋章；王宫官员则穿黑制服。

在从 L 到 R 的路上，由于腰背疼的缘故我走在最后一个，正好和一个很友好的王宫官员攀谈上了。他业余时间在路文大学教数学，正式工作是王后的秘书。他在宫内工作了 23 年，当今国王小的时候还是他教的呢。这下可好了，我终于有人可以聊天了。

其他人在和 K 或 Q 谈天，每个人都站着。过了一会儿，会议召集人布来格教授揪着我，说国王要见我。他向 K 说，“K，这是费曼。”我巨傻无比地伸出手想握手——显然是个错，K 的手没有伸出来。令我窘迫了一下。K 终于伸出了手，挽回了我一个大面子。K 很客气地赞扬我们的工作是多么难，我们是多么聪明。我开着玩笑回答（这可是布来格教的，可他又懂什么呢？）——显然又是个错误。好在布来格又抓来了其他人，好像是海森堡教授。K 不再理 F（费曼），F 溜出去继续和 Q 的秘

书谈天，过了好久，数巡果汁和点心后，一个佩勋章着军服的过来对我说，“去和王后谈话！”这可是我最爱做的事儿啦（漂亮姑娘！不过你不用担心，她结婚了）。F走过去，Q坐在一张桌边，旁边的三张椅子都有人。几声轻轻的咳嗽，一点困惑，然后“呼”的一下——一张椅子并不太情愿地被让了出来。另外两张椅子上坐着的。一个是位贵夫人，另一个是穿着全套牧师服的叫勒马泰的人，也是个物理学家。

我们谈了相当久（我听，没咳嗽，也没让座给别人），大概有15分钟。举个例子吧：

Q：“思考那些难题一定是很艰苦的吧……”

F：“没有啦，我们都是因为喜欢才做的。”

Q：“要改变概念一定很难吧。”（她从刚才的六个讲座里学到的。）

F：“没有啦。刚才讲话的都是老头子。那些概念的变化是在1926年，那时我才八岁。所以我只用学新的概念就行了。不过，现在的问题是，会不会我们还要改变这些概念呢？”

Q：“像这样为和平而工作，你一定很骄傲吧？”

F：“没有啦，压根儿没那么想过，这些东西究竟是否带来和平，谁也不清楚。”

Q：“世界变得真快啊——过去的100年里变了多少啊！”

F：“这里可没变多少，”（我只是想，没敢说出来。）“是

啊，”然后大谈从1861年以后我们都发现了什么，最后自嘲地加了一句，“止不住又要讲课了，唉，我是个教书的么，您瞧，嘿，嘿。”

Q绝望了，转过去和那位夫人谈同样无聊的话。

过了一会，K过来和Q耳语了几句，然后站起来悄悄走了。F又回去和Q的秘书谈天，最后由他亲自送出王宫。

你没能来我真替你可惜，不知什么时候还有机会让你见个国王。[①]

今天早上在我和其他人刚要出旅馆时，一个电话进来了。我接完电话，回去对大伙说，“先生们，刚才是王后秘书的电话，我只好失陪了。”他们都不胜惊讶，因为他们昨晚注意到了F和Q交谈的时间比按规矩的长。我故意没告诉他们的是，其实那都是头天晚上就约好的去王后秘书家里作客，他邀我去见他的太太、孩子和家。在昨晚的晚会上，我邀请他若来美国的话来家作客，于是他回邀我先去他家。

他太太和孩子都特别热情，他的家也绝对漂亮。要是你在的话，准比访问王宫更感兴趣。他设计建造了比利时式的房子，有点像老式的田园建筑，非常恰到好处。在房间里，有不少桌子、柜子，新老搭配得当。在比利时找古董可比洛杉矶容易多了，这儿到处是古老的农庄。他的房子比咱家略大，房外的园子比咱家的大好多。除了一个蔬菜园，其余的还没有规划。在园子里的树下，他做了一条长凳，供他坐着享受周围的田园风

① 四年后，理查德和格娜丝在诺贝尔奖的授奖仪式上见了瑞典国王。——作者

光。他还有条狗，是华盛顿的什么人送给国王，国王又送给他的，挺像咱们家的克威，很可爱。

我告诉他，在加州理工学院我也有个小小的“城堡”，里面有我的王后。希望他有机会来。他说要是王后再去美国的话，他一定来。

随信我附上他家的照片和他的名片，以免丢失。

这次你没能来一定觉得很可惜——将来我一定想法给你补偿。记住我很爱你、家和将要成为家庭一员的小家伙。[①]王后秘书和他太太也祝你和全家好运。

真希望你在这儿，或者更好是我在家里。替我亲亲克威，告诉母亲我在这儿的游历。不久我就回家了。

你的丈夫爱你

你的丈夫

* * *

大都会旅馆，华沙

亲爱的格娜丝，

第一，我爱你。

我很想念你、孩子、还有小狗克威。真希望在家里。

现在我正在大都会旅馆。朋友们早已警告过我这儿服务极

① 格娜丝当时正怀着儿子卡尔。——作者

慢，所以我回去拿了纸和笔想要准备明天的讲座——不过呢，还有什么比给我的爱妻写信更好的呢？

波兰什么样子呢？我最强烈的印象、也最让我惊讶的是：除了一个细节之外，它几乎和我想象的一模一样，不仅是外观，而且包括人——他们的心情、对政府的看法等等。看来在美国的《时代周刊》、《经纬》着实不错，给我们提供了很多资料。那个没想到的细节，是华沙在二战中被摧毁得如此彻底，除了极少的几幢旧楼外，全是战后盖的新楼。那几幢旧楼极易辨认，因为上边有弹孔。重建华沙的业绩相当令人佩服，新建筑到处都是。华沙诺大一个城市，全部重建起来了。

这儿的建筑师还有一个天才，那就是造旧式的楼房。有些新造的大楼却故意把表面弄得斑驳不堪，水泥上边打着补钉，锈的铁窗在墙上顺雨水画出一道道锈痕。建筑的式样也是老旧，比 1927 年式的还要老。除了一幢之外，其他都没什么看头。

旅馆的房间很少，极高的 15 英尺的房顶，家具很廉价，墙上有水痕，还有床蹭边而划出的痕迹。（这一切都让我想起在纽约的一家“大都会”旅馆——变色的床罩铺在高低不平的床垫上。）不过，浴室的装修却是崭新锃亮。一开始我被弄糊涂了；这么旧的旅馆哪儿来的这些新的浴室用具呢？后来才弄明白，这旅馆建成才三年，原来是我忘记了他们会新造出“旧”旅馆的。（伺者一点也不过问我这儿，于是我等不及问一个走过来的，他一副疑惑的样子，叫了另外一人来。结果他们告诉我，我的这张桌子没有服务员。我生气地嚷嚷起来。反应：我被移到另一张桌子，扔来一张菜单，在 15 秒内决定吃什么。我点了维也

纳炸牛排。)

至于房间是否被窃听：我找到了插头的盖子（像浴室顶上的那个），一共有五个，都在天花板上。我拨开瞧了瞧，里边七绕八绕地全是电线，像收音机后壳里一样。天晓得到底是做什么的！我没找到微型话筒。因为没有螺丝刀，我也无法把盖板掀起来仔细追究。总之，要是我的房间没有被窃听，那他们可太浪费电线了。

波兰人友善、挺穷的、衣着中档（嘿，汤来了!），有很多不错的舞场，很好的乐队。所以华沙并不像传说中的莫斯科那么沉重无味，另一方面，任何地方都可见政府干预所致的愚蠢，就像你去洛杉矶市中心的美国移民局换文件的那次，他们居然没有 20 元钱的找头一样。举个例子吧：我丢了铅笔，去小摊上再买一支。

“一支钢笔 1.1 美元。”

“不，不，我要的是铅笔，外边木头，里边墨素的那种。”

“不行，只有 1.1 美元的钢笔。”

“那么它合几个波兰币？”

“你不能用波兰币买，必须拿美金。”(为什么？——天晓得!)

我只好返回旅馆拿了 1.25 美元。

小摊的出纳又跑到旅馆服务台去要找头。发票是四联的：小摊售货员一张，出纳一张，我两张。我要它做什么？！嘿，在发票背后还写着“保留此据，可免美国进口税”。这还是从美国进口的！（汤盆终于撤下去了。)

关于自由经济和政府管制的争论都太抽象太理论化了。从

道理上说，计划总是好的。可谁都不懂政府为什么总是那样蠢。他们一犯傻，所有原先好意的计划全泡汤了。

我没猜对会场的样子，原以为会是一个古老、沉闷的 16 世纪的建筑，可我忘了战火把华沙毁得很干净，我们开会的地方是全新的：圆形的会场、洁白的墙壁、镀金描画的走廊，顶上画着蓝天白云。(主菜上来了。我吃了一口：极棒。我还要了甜点，菠萝糕，125 克。顺便提一句，菜单写得极精确：125 克。还有什么“鱼片，144 克”之类。我还没见过有谁信不过要秤一下，所以我也没秤我的牛排是不是 100 克。)

会议上我没有学到任何东西，因为这个领域不是个热门，没有真正出色的人在做研究，也没有实验数据。结果是来了一群笨蛋（126 个)。这对我的血压可不太好：这些无聊无主题的东西居然被如此严肃地加以讨论，我几乎每次在场外讨论问题，或是有人要向我介绍他的“研究”时，都要和别人争论起来。这些“研究”不外乎是：(1）绝对无法理解；(2）模糊不堪；(3）最简单自明的事实，却用了冗长、艰深的方法推导，最后好像是一个重要发现似的；(4）一个笨蛋声称他发现一个久经验证的事实是错了（更糟的是没有任何讨论能说服那些傻瓜)；(5）去试图做明显不可能、且无价值的事，而且证明是失败了(甜点上来了，正在被我吞下)；(6）彻底错误的东西，表面上看，似乎这个领域“很活跃”，可事实上这些“活跃”只不过是证明前些日子另一个人的“活跃”是错误、无用的一堆。这就像瓶子里关着一堆虫子，互相你挤我踩想要爬出来。这领域的

课题并不难，只不过优秀的人都在做其他的事罢了。以后你要提醒我再也不来关于重力的讨论会了。

一天晚上我去了一位波兰教授家，他很年轻，太太也很年轻。在波兰，每个人可以有六平方米的居住面积，他们夫妇比较幸运，有二十平方米，包括卧房、起居室和厨房。他对我、维勒教授夫妇和其他人表示歉意，因为房间太小了。(我正问伺者要账单，整个这顿饭，餐馆里只有二三桌客人，连我都算进去了。) 可他太太倒大大方方。她亲小猫的样子和你很像。女主人很会招待。饭桌必须从厨房搬到起居室，要做到这个还必须先把门卸下来。(现在有四桌客人，四个伺者。) 她的饭菜很可口，我们都很喜欢。

对了，我提到华沙有一个建筑值得一看——那是全波兰最大的建筑：科学文化宫。它是由苏联赠送的，也是苏联建筑师设计的。宝贝，简直难以想象，简直没法描述，是个巨大的怪物！(账单来了——换了个伺者，我在等找头。)

这该是信的结尾了。希望我不用等好久就能拿到找头。我没要咖啡是怕又要等很久。即便如此，你看，在这儿吃顿饭可以写多长的一封信！

再说一次，我很爱你。真想你也在这儿——或是我在家里更好，家真是好！

(找头来了，按 0.55 波元＝15 美分折合，稍微有点错。不过算了。)

再见

理查德

*　　　*　　　*

6 月 29 日
皇家奥林匹克饭店，雅典

亲爱的格娜丝、梅茜和卡尔，

这是我在雅典的第三天。

我在旅馆游泳池边坐着写信。纸垫在腿上，因为桌子太高，椅子太矮。

飞机倒是准点，不过很不舒服，因为从纽约到雅典的飞机一架不剩地客满。伊利波里斯教授和一个与卡尔年龄相仿的学生来机场接我。

我惊奇地发现这儿的天气和咱家所在的巴塞地那很相似，但气温低五度。植被相差无几：同种的草皮，仙人掌；差不多的光秃秃的山丘；同样低的湿度和凉快的夜晚。不过这便是所有相似之处了。雅典城懒散、丑陋、喧嚣、疲乏的街道塞满了惶惶的车流，绿灯亮的时候，它们像乱窜的野兔；红灯亮的时候，它们的车闸一齐尖叫着；黄灯亮的时候，所有的家伙都拚命按喇叭。这和墨西哥城很像，不过这儿的人看上去没那么穷，沿街的乞丐只是偶有所见而已。要是你们在这儿，格纳丝一定会喜欢这些沿街的小店，卡尔会喜欢旧城的养兔场。

昨天早上我去了建筑博物馆，梅茜会喜欢那些古希腊的马的雕像——特别是其中一个，是一个小孩骑在一匹马背上。那

些全是铜像。我走访了大多地方，脚都走疼了。看的东西太多，又没有好的标签解说，全在脑子里混起来了。加上以前看过不少照片，我开始有点厌烦。只有一个东西，和其他所有的东西都不一样，显得如此奇怪，几近不可能。它是1900年从海底捞上来的。像是一架机器，也有点像发条驱动的闹钟内部，上边有许多排列整齐的齿轮，互相咬合得很相配。外边还有刻度和古希腊文字。我有点怀疑它是不是假造的伪货。1959年的某一期《科学美国人》专门还有一篇关于它的文章呢。

昨天下午我去了阿克波力斯。它是位于市中心的一个石头垒成的大平面，在它上边造有古体育场和其他一些庙宇。古体育场当然很壮观，不过格娜丝和我上次在意大利看见的也同样壮观，而且可以上去走走。这里，古体育场被圈起来了，游人并不能上去。好在伊利波里斯教授的姐姐陪同我们，她是个古建筑学家。所以我们不仅上去了，而且她还给我们详尽地介绍各种细节、日期、刻着的引语等等。

希腊人对他们的过去非常看重。他们在小学要念六年的古建筑学，每周有十个学时！这绝对是一种祖先崇拜，他们总是在强调祖先是多么的伟大（他们的确是挺伟大的）。而当你向他们指出，“古人尽管伟大，可现代人已经远远超过了他们——在科学、机器制造、文艺复兴艺术，等等。现在我们还有比古希腊比较粗浅的哲学要理性、深入得多的现代哲学……”希腊人会反驳，“你什么意思！古人有什么不好？”他们一直在崇拜古代、贬低现代，甚至于连对现代好的东西加以称赞都被认为是对古人的不敬。

他们对我很恼火，因为我告诉他们欧洲数学传统上的一个伟大事件是特它格里亚发现三次方程的可解性，这个发现本身的应用价值很有限，但它是心理上的一大超越，因为它证明了后人可以成就古希腊人所不能成就的。于是，它成了文艺复兴的促成成分之一，把人们从古代祖先的威压中解放出来。可现在的希腊人从学校中学的还是拜倒在古人之下。

我向伊利波里斯女士问起昨天在博物馆见的那架机器，还问有没有比它更简单的雏形，或是比它更复杂的改进型。她没听说过。于是，我带她和她儿子（和卡尔的年纪相仿，把我当成古希腊的英雄，因为他也在学习物理）去那个博物馆。她问我为什么对那玩艺那么感兴趣，她说，“伊拉特欣不是测量了地球到太阳的距离吗？难道那不会用到非常复杂的测量仪器吗？”哎，老天，这些受“经典教育”的人是多么无知啊！难怪他们不看重自己的时代，因为他们不属于它，也不懂得它。不过，在我解释之后，她觉得没准儿那架机器真的是挺重要的，便把我带到博物馆内部，看看是否还有类似的机器。她去拿了所有的文献。没有其他类似的机器被发现过。而且所有的研究文献只不过是三篇文章，全出自一个作者——一个在耶鲁大学的美国佬！

我猜希腊人一定认为所有的美国佬都乏味无比，面对这么多辉煌璀璨的雕塑、绘画、神话传说，却偏偏注意到机器！（真的呢，博物馆的一位女士在被告知一位美国教授想了解更多关于第 15087 号文物的文献时，评论说，“在那么多美妙的展品中，他干吗偏偏挑那玩艺？它有什么可看的嘛！”）

所有这儿的人都抱怨天热，担心我们是否受得了。可事实上这儿和巴塞地那差不多，平均气温还低 5℃呢！这儿所有的办公室和商店都在下午一点半至五点之间关门（避暑之故）。看来这主意也不错，大家下午都午睡并休闲，在大约晚上九点半或十点才吃晚饭，然后一直活动到深夜，因为这时比较凉快。最近这儿的人都在大大地抱怨一个新的法规——为了节省能源，所有的餐馆要在凌晨二点钟关门。人们说这种做法会让雅典的生活变得乏味。

现在正是下午一点半到五点半的午休时间，我利用它来写封家信。很想念你，还是家好。我想大概我慢慢失去了对旅游的着迷。在这儿还有一天半的时间，他们竭力劝我去一下一个特别漂亮的卵石海滩和一个古代的废墟。可我决定哪儿也不去，因为它们都要花几个小时才能到。我还是准备一下讲课的内容吧。他们让我临时多加三讲，有二十多个学生从各地赶来听讲。我打算用类似上次在新西兰的讲课内容，可这回我没有把讲稿带来，所以我得重新写出来。

在夜晚上床的时候特别想你们。这儿没有我可以道晚安的人，也没有爱犬可以拍一拍。

爱

理查德

又及：要是你们辨不清我的笔迹，没事儿——都是些无关紧要的闲话。我在雅典，健康且快活。

* * *

弗里门 · 戴逊给他家人的[①]
1947 年 11 月 19 日，于康耐尔大学

亲爱的家人，

在离开这儿去罗彻斯特前赶紧写封短信。我们和罗彻斯特大学联合办了一个讲座,每周三由某个人讲讲某个方面的研究。本周正好轮到我们去他们那儿开会。

天气极好，我估计这该是个有趣的旅行。罗彻斯特在康耐尔的西北边，在昂塔利大湖边。我们开车要经过很野的乡下。今天我要搭费曼的车，要是能活着回来，该是趣味无穷的。费曼是我在这儿遇到的第一个、也是为数不多的、土生土长在美国的科学家。我对他越来越佩服。他有他自己独特的一套量子力学理论，这儿的人基本同意他的看法在解决不少问题时可能比经典的规则更有用。他的脑子里总是不停地蹦出新主意来，这些主意多半极激动人心，却少有实用价值，而且大多没有往深里走多少就又被他更新的主意替换了。他对物理学的最大贡献大概是保持人们的激情——每当他冲进门来，用最大嗓门和飞舞的双臂来解释他的最新脑电波时，物理学家的世界至少绝

① 弗里门 · 戴逊是一位杰出的物理学家和作家，一直在普林斯顿高等研究院。他在康耐尔大学做研究生时，费曼刚开始做物理系的助理教授。弗里门 · 戴逊受费曼影响极深，在家信中常谈到费曼。这里的两封信是他第一次和最后一次向家人提及费曼。——译者

不枯燥。

维思科夫，罗彻斯特的理论物理学主任，也是很有才干且有趣的人。但他是正常的欧洲型学者，来自慕尼黑。他自学生时代起就是贝特的好友。

上个星期皮奥斯来访，在贝特家住了两夜。临走的那天晚上，贝特为他开了个晚会，这儿的年轻理论物理研究者都被邀请了。我们去的时候都被介绍给贝特五岁的儿子亨利，可他对我们不太注意，只是嘟哝着说，“我要狄克（理查德的昵称）嘛！你们说的狄克会来的嘛！”最后他很不情愿地被送上床睡觉，因为费曼没有来。

大约过了半小时，费曼冲进门来，上气不接下气地说，“对不住，来晚了，刚才在路上突然冒出了一个绝妙的主意……”然后奔上楼去安慰亨利。所有人都停止了谈话，然后听到楼上快乐的叫嚷，有时像二重唱，有时像个单人军乐队……

爱

弗里门

* * *

1981年4月9日，于厄巴拉·尚潘

亲爱的莎莉，

我刚和狄克·费曼过了极愉快的三天，你要是在这儿共享

就好了。60 岁的年纪和一次癌症治疗的大手术一点都没有让他变得乏味，他还是当年我们在康耐尔时认识的那个费曼。

我们在参加约翰 · 维勒组织的一个讨论会，地点在德克萨斯大学。不知何故，维勒荒唐地把地点放在一个网球俱乐部，那是石油大王，亿万富翁们寻欢作乐的地方。我们集体抱怨极贵的物价和奢靡而丑恶的房间装饰。可又能去哪儿呢？——我们这么想。费曼又与众不同，他说，“见鬼去吧，我才不在这地方过夜呢。”他卷起衣服卷，独自跑到树林里去了。

第二天早上他又出现了，在星空下过的一夜让他的形状可并不怎么妙。他说没怎么睡着，可还是值得。

我们像从前那样谈起许多科学、历史，不过这回他又有了新话题——他的孩子。他说，“我总想自己会是个特别好的爸爸，因为我不会强迫孩子朝某一方向发展。要是他们不愿意，我不会要他们成为科学家、知识分子。如果他们成为卡车司机或是吉他手，我都同样高兴。其实，我更愿意他们进入社会做一些实际的事儿，而不是像我这样做教授。不过孩子总是要和你过不去的——卡尔在麻省理工学院上二年级，可他一心想做的竟然是他妈的什么哲学家。①”

当我们在机场时，狄克拿出纸和笔，开始画周围人的素描。他画得非常好。我说我一点儿绘画的天才都没有。他说，“我也没有。不过，画到这种程度并不需要天份。”

① 费曼最终并没有失望，卡尔在人工智能公司。梅茜成为摄影师。——作者
费曼对哲学家一直持有否定态度，因为他们通常没有实在的依据，却提出一整套学说来试图指导世人。——译者

你的

弗里门

*　　*　　*

亨利·贝特致格娜丝的悼函

亲爱的费曼太太，

我们相会的次数很少，远不到互相能记住的程度，因此请原谅我的唐突。但是，我无法对理查德的故世无动于衷，尽管我并非要把自己的失落感再加到您头上。

狄克是我童年最要好、也最喜欢的“叔叔”。在康耐尔时，他是我们家很受欢迎的常客。除了和我父母及其他宾客交谈之外，他总是花很多时间在我们小孩身上，是个极好的游戏伙伴。即使在那时，他已经是个好老师，教我们认识世界。

我最温馨的记忆是在我大概八九岁时，我和母亲、狄克叔叔一起在等大名鼎鼎的康拉德·罗仑兹讲演。像所有的小孩一样，我不耐烦起来，爬上爬下。狄克转过来对我说，“你知道吗，世界上有比数字多两倍的数字？”

“不可能！”无知的我抗议道。

“真的，我来给你说。你随便提个数字吧！”

“一百万。”我脱口说出一个大数字。

“二百万。”

“二十七。”

“五十四。”

我说了大概十几个数字，狄克每回都把它们乘以 2。我开始明白了。

“我明白了，所以世界上有比数字多三倍的数字!”

“证明一下。”狄克说。他说了个数字，我把它乘以 3。他又说一个，我又如法炮制。

他说出一个极复杂的数字我记不清，我回答说，“把你刚才说的乘以 3。”

“所以，世界上有没有最大的数字呢？”他问。

“没有！因为对于任何一个数字，有比它大二倍的，大三倍的，还有大一百倍的!”

“好极了，这个无穷增长没有极限，就是‘无限’的概念。”

正好那时罗仑兹进来了，于是我们停止了谈话。

狄克离开康耐尔之后我很少见他，但是他留给了我美好的记忆、“无限”的概念和新的学习、认识世界的方法我非常爱他。

你的

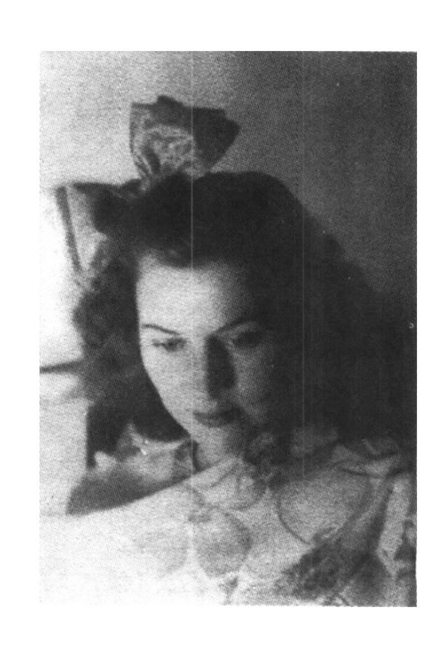
亨利 · 贝特



理查德和艾莲在大西洋城
海边的栈道上



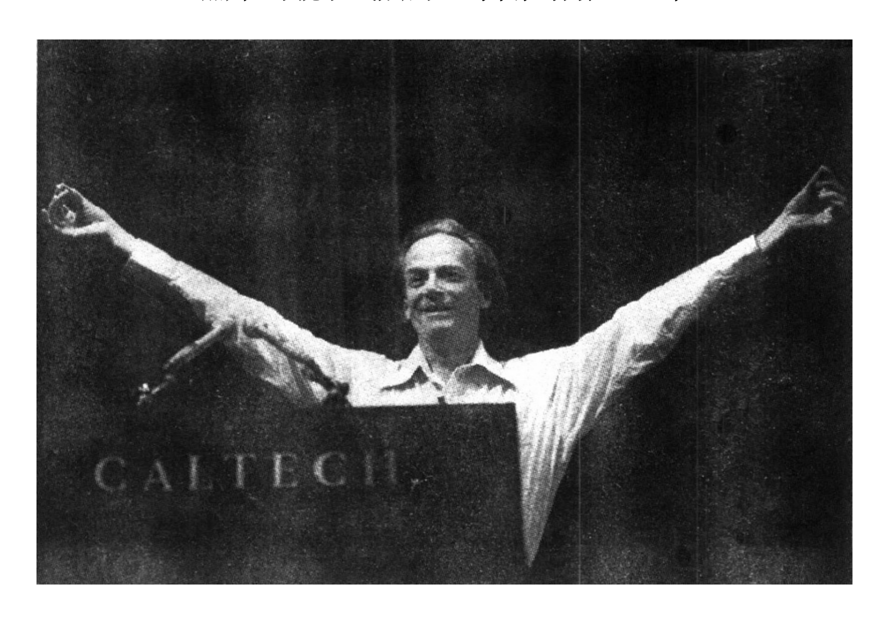
结婚当天



艾莲在医院里



加州工学院学生活动中心的午茶时间，1964 年



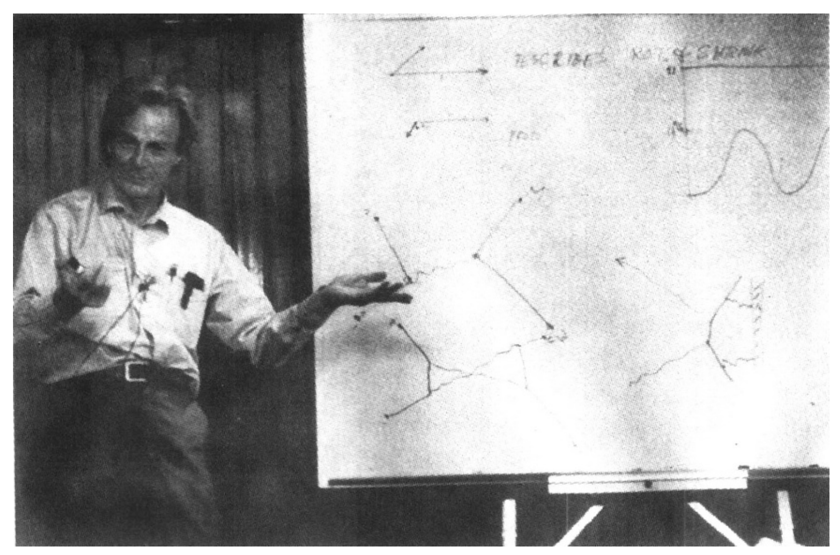
加州理工学院校庆日的讲演



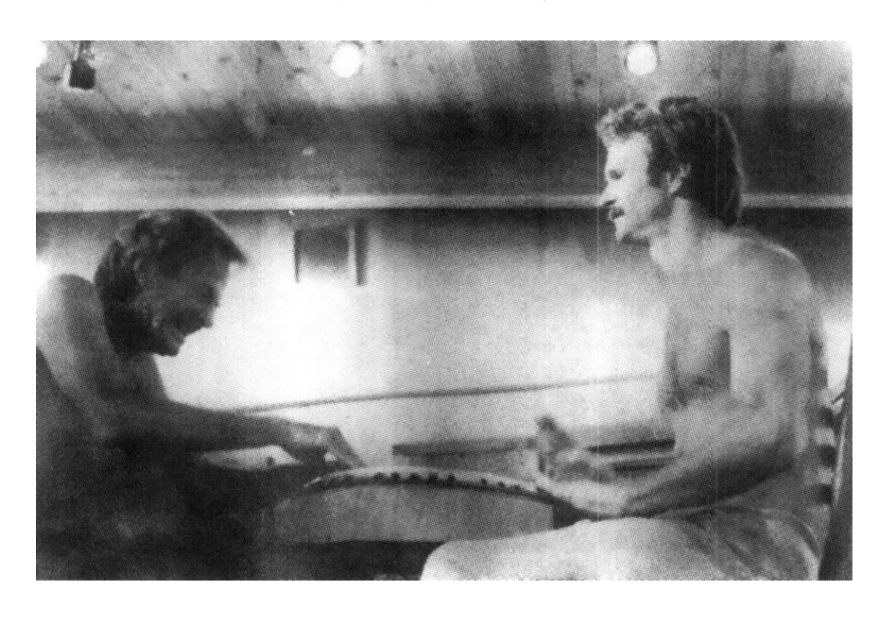
上演《费奥里拉》，1978 年



扮演部落首领，1982 年



讲解费曼图，1984 年



与拉夫·雷顿一起调整“疯狂之鼓”的音色，1984 年



与 3 岁的梅茜和 10 岁的卡尔在英国约克

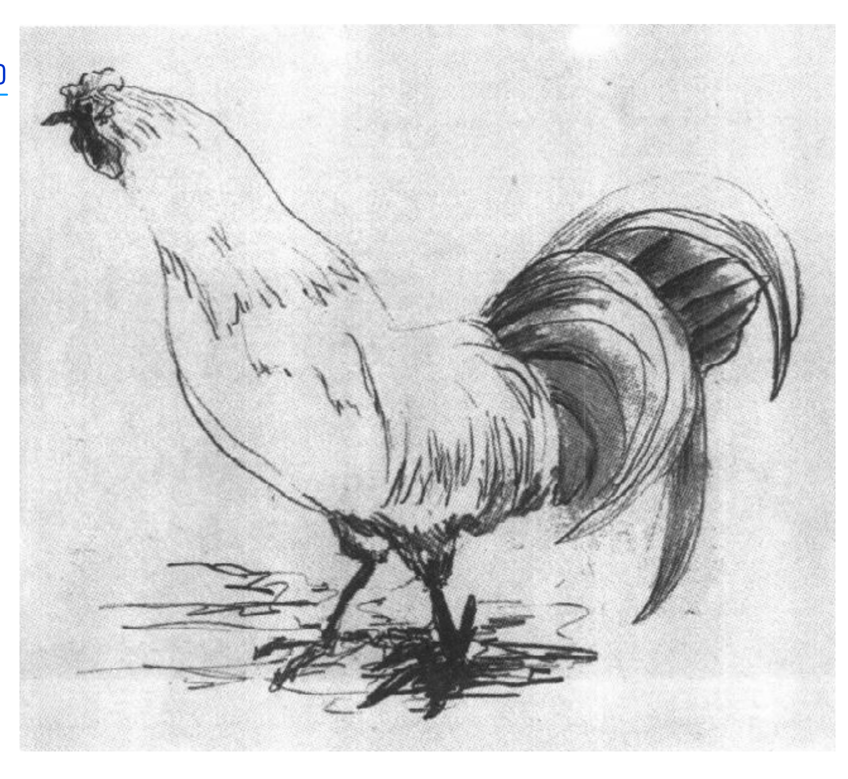


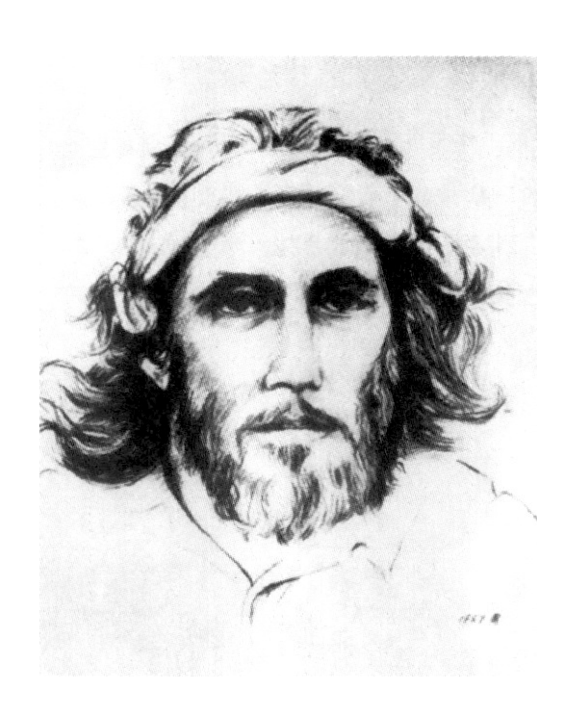
费曼与儿子卡尔在获诺贝尔奖当天，1965 年



与格娜丝在银婚纪念日，1985 年

费曼在 44 岁时才开始学素描，从那时起一直到故世始终保持了这个爱好。这里展示的包括他替职业模特儿、朋友包勃 · 沙德勒和 14 岁的梅茜的素描。费曼为了不让别人知道素描出自他手，用了艺名“Ofey”。

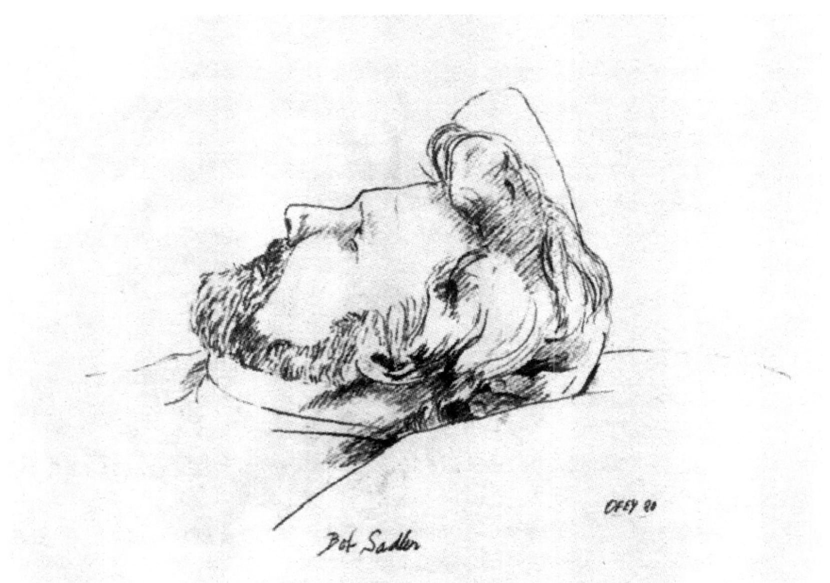











Bob Sadler


103



第二部

调查“挑战者号”航天飞机失事的原因

在这部分里，我会讲许多关于国家宇航局(NASA)的事情。当我讲“NASA 做了这些”、“NASA 做了那些”，我指的不是整个 NASA，而是和航天飞机有关的那部分。

简单地向你描述一下航天飞机：中间那个巨大的东西是燃料箱。液氧在顶部，液氢在中间，燃烧这些液氧液氢的引擎在宇航仓的后边，宇航员坐在仓的前边，在他们身后是储物区。

在发射的时候，两只固体燃料火箭在头几分钟内推动航天飞机，然后与主体脱离，掉入大海。液体燃料箱接着推进，直到航天飞机升到很高的地方时才脱离主机，并在掉回地球的过程中被分解燃烧。

固体火箭分成数截，中间由两种连结件相连：第一种“固定连接”是在犹他州的工厂里就定好了；第二种“临时连接”则是起飞前在佛罗里达州的肯尼迪宇航中心装上。

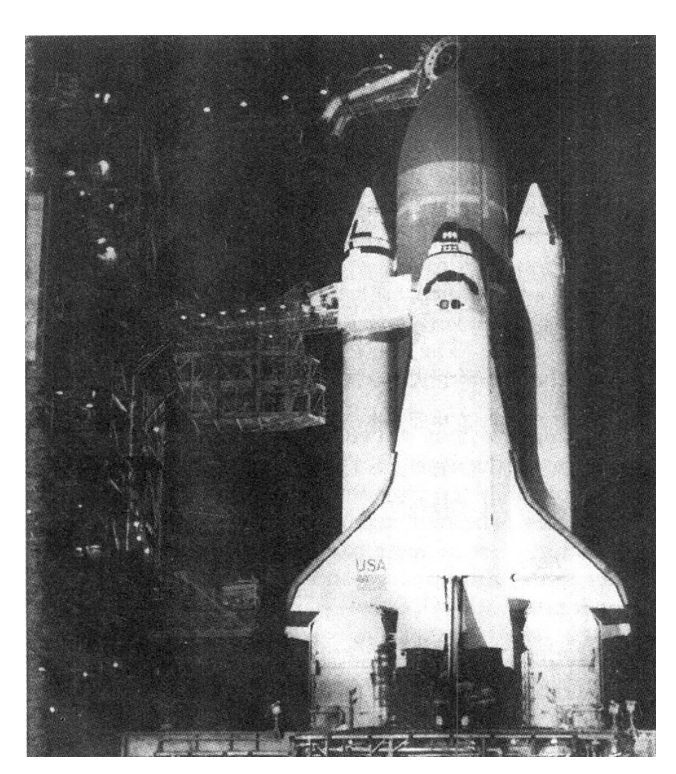


图 1 “挑战者”号航天飞机及下面的燃料箱（中间）和固体助推火箭（两旁）

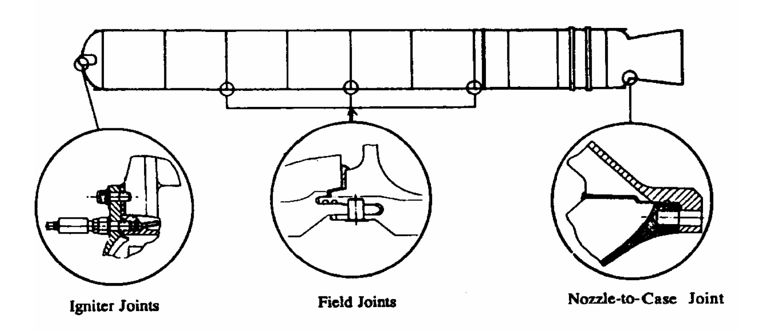


图 2 临时连接的位置及放大图

决定自杀

你们大概都知道，在 1986 年 1 月 28 日，航天飞机“挑战者号”失事了。我在电视上也看到了。但是除了对宇航员的死觉得可惜外，我并没拿它当回事。

从报纸上我一直读到航天飞机的起起落落。可是，那些听上去很重要的在航天飞机上的实验却从来没有什么结果。这使我有些疑惑，也让我对它不大注意了。

在航天飞机失事的几天后，NASA 的主管威廉·格雷姆打电话来，邀请我参加失事原因调查委员会。格雷姆博士说他在加州理工学院曾是我的学生，后来在休斯飞机公司工作时，也在我讲课的班上。

我还是记不起他究竟是谁。

当我听说调查工作将在华盛顿进行，我的第一反应就是不想去，因为我有个原则：不靠近华府也不和政府部门有任何协作。所以我马上想到的是如何能推脱这个差事。

我给艾尔·赫伯斯、狄克·戴维斯等几个朋友打电话，他们倒一致认为这件事对国家很重要，我应该承担下来。

我最后的希望在我太太身上。我试图说服她，“瞧，这件事其他人也都能做，他们尽可以找别的什么人。”

“不对，”格娜丝说，“你不去的话，调查员们会十二个人

一组，一起从东走到西。你去的话呢，调查员们会有十一个人一组，一起从东走到西，而第十二个人却自己转来转去，调查各种不寻常的线索，说不定最后什么也查不出，不过要是有什么线索的话，你一定会找到的。谁也不能像你做的那么好。”

我很不谦虚地认为她说得挺对。

不过，调查失事原因是一回事，可下边会有一连串的事情，比如调查 NASA 的管理有什么问题，或者“我们是应该继续用航天飞机呢，还是用一次性的火箭呢”，或者更大的问题，诸如“我们今后怎么办？”“将来航天的目标究竟是什么？”我可以想见这个失事原因调查委员会将来会变成一个国家政策委员会，而且没完没了。

这着实让我害怕。于是我决定在六个月结束的时候，不管结果、状况如何都辞职不干。

我还决定在调查失事原因期间，我应该全力以赴。当时，我正在研究几个物理问题，在加州理工学院我和另一位教授合教一门计算机课（他主动把全部讲课任务承担下来），在波士顿的一家人工智能公司要我做顾问，他们说可以等。于是我的物理研究也只好等一下了。

那天，正是个星期日。我对格娜丝说，“我决定自杀六个月。”于是拿起了电话。

当我给格雷姆打电话说我可以参加委员会的时候，他还不知道委员会究竟要做什么，在谁的领导下，甚至我是否会被最终接受。(看来还有希望逃脱！)

第二天的早上四点钟，一个电话把我叫醒了，“费曼先生，你被接受进入……”到那时，已经是个“总统特别调查团”了，由威廉·罗杰斯负责。

我记得罗杰斯先生。早先在尼克松总统当政的时候，尼克松更器重国家安全顾问基辛格，而国务卿罗杰斯被搁在一边，怪可怜的。

调查团很快决定第一次会议将在周三举行。我想我可以周二晚上飞往华盛顿，这样周二的白天就空出来了。我打电话给艾尔·赫伯斯，请他找JPL[①]熟悉航天飞机的人来向我介绍情况。

周二早晨，我赶去 JPL，干劲十足。艾尔让我坐下，然后工程师们就一个接一个地进来，向我介绍航天飞机各部件的情况。我真不敢相信，他们对各个部分真可以说是了如指掌。这一天的简介是高速、高度浓缩，而又相当透彻的解说。JPL 的人和我一样充满工作热情。那天的工作很是让人兴奋。

---

① JPL-Jet Propulsion Laboratory，火箭推进器实验室，是由加州理工学院管理的一个机构，也从属于 NASA。——作者

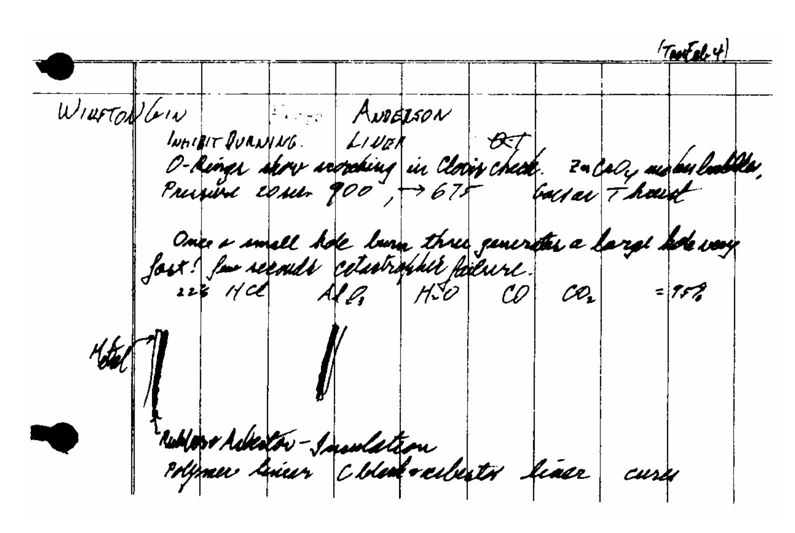

(Tues Feb 4)
ANDERSON
INHIBIT BURNING. LINER
O-Rings show scorching in Clevis check. ZnCrO4 makes bubbles.
Once a small hole burns thru generates a large hole very fast! few seconds catastrophic failure.
HCl Al2O3 H2O CO CO2 = 95%
Metal
Rubber Asbestos-Insulation
Polymer Liner liner cures

图 3 费曼在 JPL 公司的简介会上的笔记

现在，当我反过头来再看当天的笔记，可以看出他们非常迅速地给我提供了如何调查事故的线索。笔记上的第一行，“防止燃烧，绝热衬。”（为了防止燃料把火箭体的金属烧化，需要一层绝热衬，它有可能没起到应起的作用。）第二行是，“U 形铁扣槽口处的 O-环上有焦痕。”工程师们注意到有时热气会从临时连接件的 O-环处透出。

在同一行上写着，“铬酸锌会产生气泡”（由铬酸锌材料制成的绝热件在 O-环后边。如果有气泡产生，它会很快膨胀，致使热气漏过，损坏 O-环。）

工程师们告诉我在固体火箭点火后内部的压强会升到多高，推进剂由什么燃料组成，在什么温度下成形，石棉和高分子化合物的百分比，绝热衬里都有什么，等等，等等。我还学

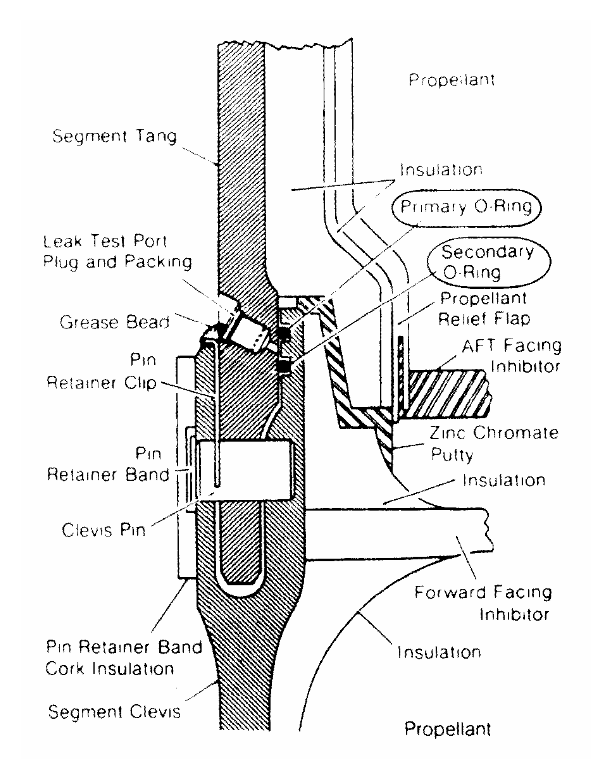


图 4　临时连接件的详图

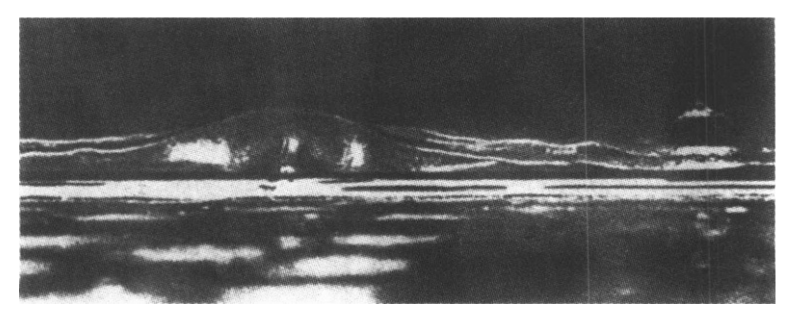


图 5　铬酸锌材料产生的气泡最终导致了 O-环密封圈的损坏

到了这个火箭产生的冲力是当时世界上所有火箭中最大的。火箭的引擎制造有很多问题，特别是涡轮片上的裂纹。一些工程师告诉我，他们在每次火箭点火时都要祈祷好运，而当他们在电视上看见“挑战者号”爆炸时，一些人几乎肯定问题出在引擎上。

有时他们对一些问题也不清楚，他们会说，“哦，某某先生对这挺在行的，咱们把他找来。”艾尔马上把那位先生找来，问题便解决了。情况介绍真是不能比这更好了。

虽说名称上我把它叫作简介会，可实际上它并不那么“简”，而是非常紧凑、快速、彻底。这是我所知道的尽快掌握资料的惟一方法：你不是坐在那儿听他们讲他们认为重要的，相反，你来问许多问题，得到简短的答案。这样，你很快就了解到大致的情况，并且知道该问什么问题来引出下一部分的内容。那天我上了再好不过的一堂课，我也像海绵一样把所听的全部吸收了。

那天晚上，我乘“红眼睛”[①]航班飞到华盛顿，第二天清晨到达。(我可尝到了滋味，以后再也不坐“红眼睛”航班了!)

在华盛顿市中心的假日旅馆安顿下来之后，我叫了辆出租车去第一次会议的会场。

“去哪儿啊？”司机问。

① “红眼睛”航班于午夜左右从美国西海岸起飞，在五个小时中横跨美国大陆，第二天早上到达东海岸，旅客多不能睡好，早上起来常有红眼睛模样，因此得名。——译者

我只有一个地址，“第八街 1415 号”，写在一张破纸上。

我们出发了。华盛顿对我来说还挺新鲜的，这儿是国会，那儿是华盛顿纪念碑，好像互相都不远。可我们的车没完没了地开，越开越远，进入了很糟糕的地段，房子越来越小且破。当我们到第八街时，房屋都不见了。最后我们找到了第 1415 号——原来是两幢房子间的一块空地！

这下我知道准是弄出大错了。可我除了这张破纸外一无所有，这下可傻眼了。

我对司机说，“我要开的那个会和 NASA 有关，你能送我去 NASA 吗？”

“没问题啦，”他说，“可你知道吗？那就是你上车的地方呀！”

没错，NASA 就在假日旅馆的对面，走过去就是了。我通过了门卫，开始在大楼里摸索，最后终于找到了格雷姆的办公室。我问他们是否有个关于航天飞机的会议。

其中一个人说，“没错，我知道会场在哪儿，我带你去吧！”

他把我带到了一个很大的会议室，灯光明亮，还有一大堆的电视摄像机。整个大厅挤满了人，我费了好大劲儿才挤到了最后几排。“这儿只有一个门，”我想，“这可让我怎么挤到前排去啊？”

突然，我听到几句会议的发言。说话的人太远，所以我也没听得太清，可是显然是关于一个完全不同的话题。

我回到格雷姆办公室，找到了秘书，她打了一通电话，找到了确切的会址。她在电话上对另一方的人说，“我也不知道，

他自己摸进来的!”

原来，会议是在罗杰斯先生的1415H街，我在电话上听成了1415 8th街。

最后我终于赶到了会场——我是惟一迟到的人。罗杰斯把我介绍给其他的调查团成员，其中我只听说过尼尔·阿姆斯特朗，第一个登上月球的人。他是调查团的副主席。沙利·莱德女士也在，我后来才知道她是美国的第一个女宇航员。在场的还有一个长相英俊的军官，他是库提那将军。他穿军服和其他人穿便装一样地让人觉得容易接近。

第一次会议其实仅仅是碰碰头而已，我有些不满——因为我自从前一天的JPL会议后就一直鼓足了劲。

罗杰斯宣布了几件事，包括总统行政令中关于我们工作的目标:

1. 研究失事前后的情形和资料，找出可能的失事原因。
2. 基于上述，提出改进的建议。

罗杰斯还说我们的工作应该在120天内完成。

这倒是让人欣慰的消息：调查团的任务仅限于失事原因的研究，而且整个工作有可能在我完成自杀之前就结束!

罗杰斯问我们能在调查团工作上花多少时间。有些成员本来就退休在闲，而且每个人都把其他工作安排开了，我说，“我可以百分之百地投入工作，从现在开始!”

罗杰斯问谁愿意负责写报告。

赫兹先生自告奋勇，因为他是《航天》周刊的主编。

然后，罗杰斯又提起了另一件事，“我在华盛顿好久了，有件事你们应该了解，那就是不论我们做什么，总会向新闻界泄露。我们能做的只不过是减少泄露而已，最好的办法是举行公开的新闻发布会。当然，我们要有许多不公开的会议。但是一旦有了重要结果，我们马上会举行公开的发布会，以便让公众了解最新进展。”

罗杰斯接着说，“作为和新闻界沟通的开始，明天十点钟将是我们的第一次公开会议。”

当我们陆续离开会场时，我听见库提那将军问，“离这儿最近的地铁站该怎么走？”

我想，“这伙计，我肯定会和他谈得来。别看他穿戴整齐，内心是很实在的。他不是那种要自己的勤务兵和豪华汽车的将军，而是要坐地铁回五角大楼。”我立刻喜欢上他了。在后来的整个过程中，事实证明当时我的判断十分正确。

第二天早上，一辆豪华长轿车来接我——不知什么人安排好了，让我们出席第一次公开会议时坐长轿车。我坐在前排司机座旁边。

在去会场的路上，司机对我说，“听说调查团里有好多大人物呢……”

“是阿，想必……”

“那好，我收集名人的签名，”他说，“你能帮我个忙吗？”

“当然啦。”我说，一边准备掏钢笔。

他说，“等会儿到了那儿，你指给我看谁是尼尔·阿姆斯特朗，我好去请他签名。”

会议之前，我们都要经过宣誓仪式。人们在一边走来走去，秘书给我们每人一个有照片的证件，以便我们可以出入NASA的任何部门。还有一些表要填，什么我们必须做这做那才能报销所花费用，之类之类。

宣誓之后，我碰上了格雷姆，这才认出他来，而且记起他是个很不错的家伙。

这第一次的公开会议是由NASA的头儿们（像莫尔先生、阿尔德里奇先生、莱文吾德先生等等）给一些简短的介绍。我们坐在巨大的皮沙发上，会场上灯光雪亮，摄像机画面连我们挠鼻子都不放过。

我正好坐在库提那将军旁边。开会前一分钟，他凑过来说，“副驾驶提醒主驾驶：梳一下你的头发。”

我回答说，“主驾驶回复副驾驶：能否借一下你的梳子？”

首先，我们要掌握的是NASA内部通用的千奇百怪的缩写：“SRMS”是固体火箭引擎，即“SRB”（固体火箭推进器）的主要部分。“SSMES”是航天飞机主引擎，用的是储在“ET”（外部油箱）里的“LH”（液氢）和“LOX”（液氧）。什么东西都有一个缩写，不仅是大部件，几乎每个小阀门也都有缩写。最后，他们说，“我们会给你们一本缩写词手册，这样就简单了。”哈，简单个鬼！那手册是一本又厚又大的砖头般的东西，从里

边倒是可以查到诸如“HPFTP”（高压油泵），“HPOTP”（高压氧泵）什么的，应有尽有。

然后，我们要学会“子弹头”——带有小黑点的短句，它们是为了解释缩写的。这些见鬼的“子弹头”充斥了所有的报告和讲稿幻灯片。

STS 51-L CARGO ELEMENTS

- TRACKING AND DATA RELAY SATELLITE-B/INERTIAL UPPER STAGE
- SPARTAN-HALLEY/MISSION PECULIAR SUPPORT STRUCTURE
- CREW COMPARTMENT
  - TISP - TEACHER IN SPACE PROGRAM
  - CHAMP - COMET HALLEY ACTIVE MONITORING PROGRAM
  - FDE - FLUID DYNAMICS EXPERIMENT
  - STUDENT EXPERIMENTS
  - RME - RADIATION MONITORING EXPERIMENT
  - PPE - PHASE PARTITIONING EXPERIMENT

图 6 “子弹头”的例子

在调查团中，除了罗杰斯和艾其森是律师，赫兹是编辑外，我们其他人全都有科学的学位：库提那将军毕业于麻省理工学院，阿姆斯特朗、科弗特、卢默和苏特都是航天工程师，莱德、沃克、维伦和我是物理学家。我们大多数都自己先行做了些研究，所以问了许多非常具体的技术性问题。很明显，大头儿们没有预料到。

每当大头儿们无法回答我们时，罗杰斯总是告诉他们：我们对他们不能答出细节很理解，至少到现在为止我们已经很满意了。而且罗杰斯总用一句永远不变的话：“将来我们会再向你询问更多的情况。”

我这次学到的最突出的是公开讨论会是多么地无效：大多数时间，人们问那些你已经知道答案的或者是毫尢兴趣的问题。然后，你被弄得昏头胀脑，连听讲都难以集中精神，于是把重要的东西全疏漏了。

这和在JPL有多大的区别！在JPL，我很快地灌满了各种各样有用的知识，而在这儿呢？——星期三我们在罗杰斯那儿开“碰头会”开了两小时，下午做什么了？——什么也没有。晚上做什么了？——什么也没有。星期四是这个公开讨论会——“将来我们会向你询问更多的情况”——全等于零！尽管看上去我们在华盛顿每天都在忙活，可事实上压根儿没做什么有用的事。

那天晚上，我给了自己一个任务：写出在调查过程中要问的大致方面，要研究的大概课题。我想如果调查团想做些什么，我们可以分头赶紧做起来。

第二天，也就是星期五，我们终于开了一次真的会议。到那时我们已经在老办公楼有了一个办公室，还有一个专门的书记员，把我们的每句发言记录下来。

罗杰斯因故迟到了一会儿。在等候的时候，库提那提出他

可以向我们介绍一下军方是怎么调查事故的。我们都觉得这主意不错，于是他站起来，讲述了他们调查“泰坦号”火箭发射失败的始末。

我对他讲述的方法很是满意：他们找出存在的问题，然后用适当的方法逐一去寻找答案。这和我前一天晚上做的很相似，而他们的方法比我的更系统化、条理化。库提那还提醒我们注意一些看上去很明显的东西，其实深究下去它们完全不是一回事。他们的调查线索极少，在过程中曾三次推翻看上去很有把握的结论。

我很是兴奋，觉得这种调查才是我想做的，只要把工作分一下，我们可以马上着手行动起来。

罗杰斯在库提那讲到一半时进来了。此时，他发言了。

“库提那的上一次调查确实是一个成功的范例。不过，将军先生，这回我们不能用您的方法，因为我们没有像上回那么多的记录资料。”

大概因为他不懂科学技术吧，罗杰斯都意识不到他简直错得没边。“泰坦号”是无人驾驶火箭，因此对它的审查、记录的严格程度压根没法和“挑战者号”相比。我们这回有无数的摄像镜头显示火焰是怎样从边上燃起来的，而“泰坦号”只有一张照片，上边的火箭爆炸时仅仅可见一个模糊不清的小光点。库提那居然一步一步地找出了原因。

罗杰斯又说，“我安排好了下周四全团去佛罗里达。在那儿NASA 官员会给个简介，然后带我们去参观肯尼迪发射中心。”

我脑海中马上出现了一幅视察的图景：每一步都是安排好

的。他们会让我们知道火箭是如何装起来的，看上去怎样，可这根本就不能让我们懂得真实的情况。

然后，阿姆斯特朗说，“我们不能像库提那将军那样做那么技术性的调查。”这可让我有点恼火，因为我惟一觉得自己能贡献的无非就是技术性的东西！我不懂他究竟是什么意思，也许他是想说 NASA 方面会做技术性的工作。

我开始建议我可以做哪些工作。

在我正说到一半时，罗杰斯的秘书进来要他签一些文件。在我被迫停下来等着的时候，其他的委员会成员纷纷说愿意和我一起做。罗杰斯签完了文件，会议又继续进行，可他请另一个人发言，好像完全忘记了我刚才正讲到一半，于是我只好等下一轮的发言机会。可谁知刚开始，其他的打扰又接连不断。

最后，罗杰斯竟在我讲到一半时宣布休会！他又叨叨起来，担心我们永远也查不出事故的原因。

这对我来说真是太泄气了。现在想来，NASA 用了整整两年才把航天飞机工作重新弄上轨道真是让人费解。当时我以为整个过程应该不超过几天而已。

我走过去对罗杰斯说，“我们去佛罗里达是在下周四，也就是说，当中有整整五天时间空闲，我拿它做什么？”

“唔，你要是不在委员会上，会做什么？”

“我本来要为波士顿一家公司做咨询的，不过我把它取消了，以便百分之百地投入失事调查工作。”

“既然这样，你何不到波士顿去五天呢？”罗杰斯说。

我实在无法忍受，想说，“我已经完蛋了！这他妈的鸟事是

死活成功不了的。”我回到旅馆，失望之极。

突然我想起了格雷姆，于是给他打电话，“比尔，听着：你把我搀乎进来的，所以你得救我一把。我彻底失望，受不下去了！”

他问，“什么事呀？”

“我得做些什么！我要下去转转，找些工程师聊聊。”

“行啊，好主意！”他说“我替你安排好了，你去哪儿都行，马歇尔工厂、约翰逊公司，或是肯尼迪中心，都行。”

我想了一下，觉得不去肯尼迪中心为好，因为那样会显得我抢了其他人先似的。沙利·莱德在约翰逊公司工作，还提出愿意协助我的调查。于是我说，“那我去约翰逊公司吧！”

“好，”格雷姆说，“我和大卫·艾其森打个招呼，他是罗杰斯的好友，也是我的好友，肯定没问题的。”

半小时之后，艾其森打回电话给我，“我觉得你的主意挺对的，可不知为什么，就是没法说服罗杰斯。”

格雷姆想了个折衷办法：他把公司的人找到他在华盛顿NASA总部的办公室，也就在我的旅馆对面，这样，我就可以听取他们所有的报告，且不必东跑西颠。

然后罗杰斯打来电话，说他反对格雷姆的主意，他坚持说，“下周四，我们一起去佛罗里达。”

我说，“这种排排坐听简介的方法我是没法接受的，我要直接和工程师们谈才能有效。”

“我们必须按规章、有秩序地工作！”他说。

“到现在为止，我们已经开了好几次会议了，可实际上任

何真的工作都没有着手！”

他又说，“那么，你是不是要我打扰其他的成员，让他们周一来开会以便定出分工？”

“没错！”我觉得我们这些成员被召集来的目的就是做调查的，理应被“打扰”——你知道我的意思吗？

罗杰斯又转了话题，“我知道你对住的旅馆不甚满意，我帮你换一家好点的吧！”

“不，谢您关心，我的旅馆很好。”

没过多久，他又试着要给我换旅馆什么的，我说，“罗杰斯先生，个人的舒适并不是我最关心的，我只是想开始工作，想做些什么！”

最后，罗杰斯终于同意我可以去街对面的NASA和工程师们交谈了。

那时，我对于罗杰斯来说真是个天大的麻烦。后来格雷姆向我解释，“假设你这样的技术人员被叫去担任一个法律事务委员会的主席，委员会里大多数是律师，而其中一个老吵着说，‘我要和其他的律师直接谈才能工作得更有效。’我想你也会先立下一些规章，然后才会让他们各自去分头调查。”

很久以后，我才意识到罗杰斯手上有很多的事要处理。比如，我们每个人收集的资料都要让其他的委员知道，因此必须有一个中心图书馆。这样的杂事都很花时间。

周六上午，我去了NASA和格雷姆请来的工程师们谈航天飞机的事。这些人虽然职务相当高，但他们对具体技术都很在

行。

第一个人向我描述了固体火箭的推进剂以及马达，但是没有谈到密封。他说，“密封的专家会在今天下午见你。”

第二个人谈了引擎。它的基本结构很简单，但是有无数的控制装置：管道的安排，推进剂在高压液氢下会变性，进一步把液氧从一个阀门里抽出——好多那样的东西。

他介绍的东西很有趣，我也尽力去理解它。过了一会儿，我告诉他，“在引擎这部分，这是我今天所想知道的了。”

“可引擎还有许多问题，你应该了解的。”他说。

我正对固体火箭劲头十足，所以对他说，“主引擎的情况可以先等一下，等到我有空的时候。”

随后一个人进来介绍宇航舱。我觉得很抱歉，因为他大老远专程在周六跑来，而我却认为宇航舱和爆炸事故压根没关系。我对航天飞机其他部分的知识已经难以吸收了，脑力毕竟是有限的呀！所以我让他做了些简介，然后告诉他所谈的已经过于细微，随后我们愉快地闲聊了一会儿。

下午，密封专家来了，他叫维克斯。他的介绍比上次 JPL 的更多、更具体。

密封的过程涉及胶粘剂之类的东西，但最主要的部分是由两个环组成，即 O-环密封圈，是一个大概有四分之一英寸厚、直径 12 英尺（即总长约 37 英尺）的东西。

O-环本来是由摩腾公司设计的。原先的设想是在推进剂燃烧的时候，压力会把 O-环压下去，但是因为连接部的厚度比外

壁要大三倍，强度也大得多。由此会引起外壁突出而致使连接变形，使 O-环不能严密地封住管道。维克斯告诉我这种情况叫做“连接旋转”，早在航天飞机之前就被发现了。

这里，尽管这片圆形橡皮环也叫 O-环，可它和我们通常的 O-环不一样。在通常的诸如汽车的马达中，O-环被垫在一定厚度的空隙之中，静止不动。

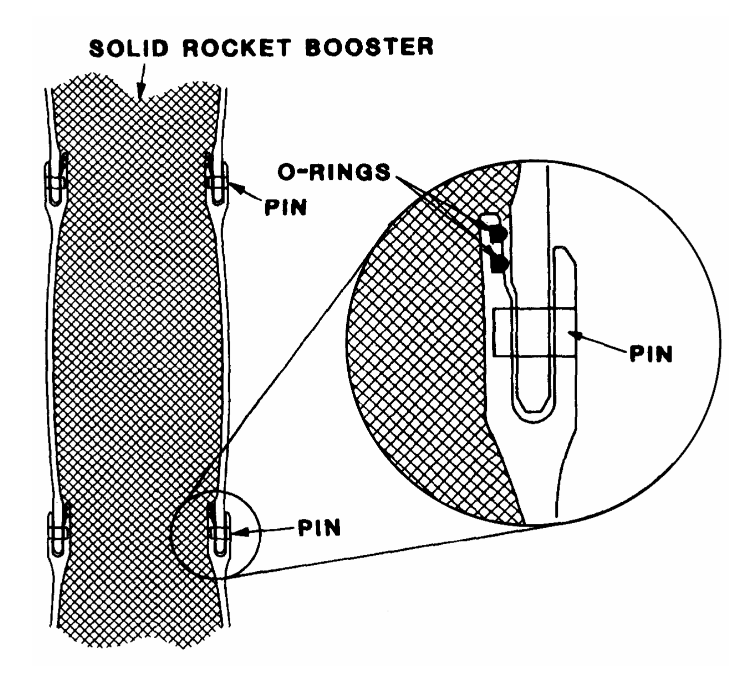


图 7 连接旋转是因为火箭内部的高压使火箭体比连接部膨胀更快，造成一个空隙，热气便从 O-环中冲出。

而在航天飞机上，由于空隙是个变量（它因气体燃烧而膨胀），因此 O-环必须也以极快的速度随着膨胀，这样才能保持

空隙一直被封住。在航天飞机发射的时候，产生空隙的时间为几十分之一秒，这样，O-环材料的韧性和膨胀性就非常关键了。

当摩腾公司的人发现了这个问题后，他们咨询了专做垫圈材料的派克公司。派克公司的人说，垫圈根本就不该那么用，因此无法提供任何建议。

从一开始人们就知道连接部没有能像设计的那么起作用，摩腾公司的人也花了好大的气力来改进它，而且确实做了些将就的改进，其中一个步骤是加了衬垫，使连接部更加紧密。不过，泄漏问题还是存在。维克斯给我看了以前飞行中有关它的记录。工程师们把热气从O-环中漏出而留下的黑痕叫“漏出”，而把 O-环仅仅被烧焦一点的状况叫“侵蚀”。他们有一张表，详细地记录了各次飞行中漏出和侵蚀的严重程度。我们把整个记录历史过了一遍，直到 51-L（失事的那次）。

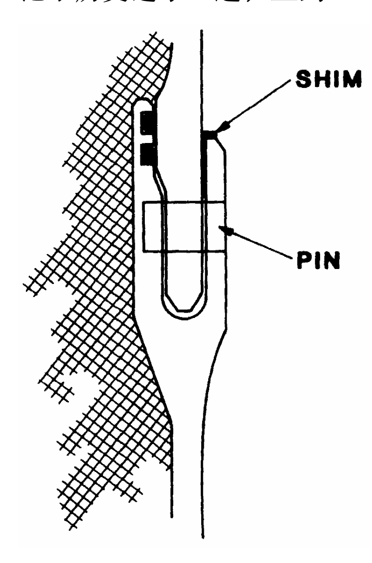


图 8　摩腾公司试图用加垫片的方法解决旋转

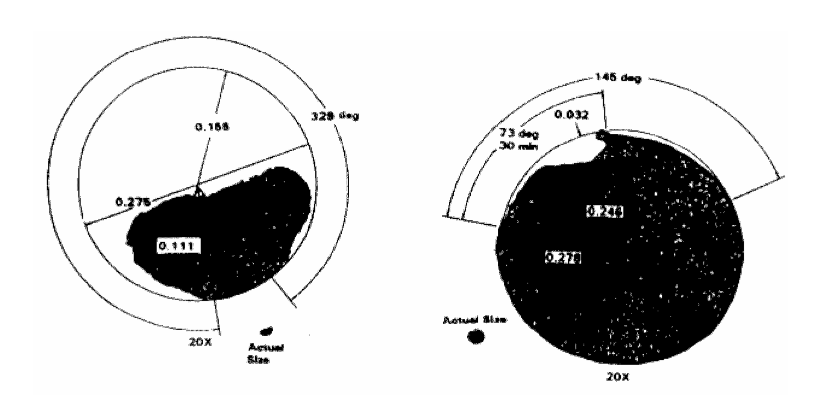


图 9 两个 O-环密封圈损坏的例子

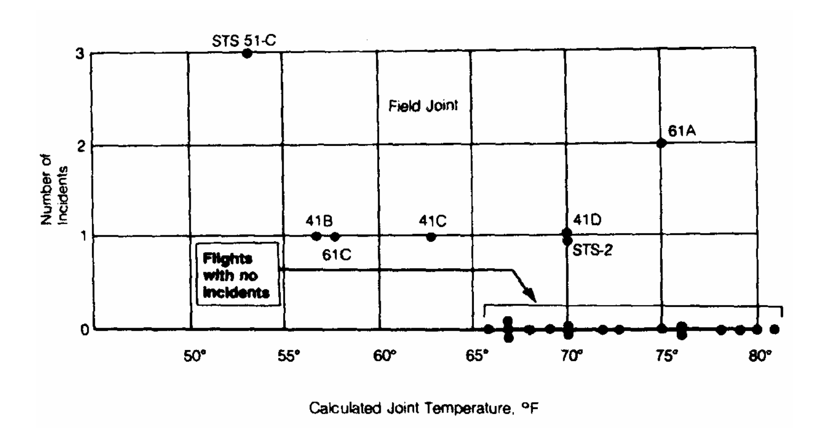


图 10 温度与 O-环损坏的关系

我问,“从哪儿可以看出他们讨论过这个问题呢？究竟是怎么个过程？而最后的进展又在哪儿呢？”

那份报告中惟一提及这个 O-环问题的地方是在“飞行可行性总结”，而在各次飞行之间的研究过程中竟无一提及此事！

我们仔细看了总结报告，上边一如既往地塞满了无数“子弹头”，第一行写道：

· 在临时连接件里缺乏辅助垫圈是致命的，必须尽快找出减少连接旋转的方法来减少这种致命性。

可是，在报告的结尾，又有这样的句子：

· 从现有数据的分析看，飞行是安全的，只要确定所有的连接部都经过200PSI的压力测试……

我被这种自相矛盾惊住了，既然是“致命的”，那怎么可能“飞行是安全的”？这两者中有什么逻辑关系？！

Recommendations

- The lack of a good secondary seal in the field joint is most critical and ways to reduce joint rotation should be incorporated as soon as possible to reduce criticality
- The flow conditions in the joint areas during ignition and motor operation need to be established through cold flow modeling to eliminate O-ring erosion
- QM-5 static test should be used to qualify a second source of the only flight certified joint filler material (asbestos-filled vacuum putty) to protect the flight program schedule
- VLS-1 should use the only flight certified joint filler material (Randolph asbestos-filled vacuum putty) in all joints
- Additional hot and cold subscale tests need to be conducted to improve analytical modeling of O-ring erosion problem and for establishing margins of safety for eroded O-rings
- Analysis of existing data indicates that it is safe to continue flying existing design as long as all joints are leak checked with a 200 psig stabilization pressure, are free of contamination in the seal areas and meet O-ring squeeze requirements
- Efforts needs to continue at an accelerated pace to eliminate SRM seal erosion

图 11 自相矛盾的报告（见画线处）

维克斯说，“是，我明白你指的是什么。看，它说了，‘从现有数据看……’”

于是我们又找到了那些数据分析。这是那种做了许多假定的计算机模拟，而这些假定常有问题。你们一定知道计算机的危险——不用脑子胡乱输入的东西一定是给出毫无意义的结果。那份研究的结论是：尽管在设计时不曾预料这些泄漏，但因为它们都很小而且很零星，所以没什么大问题。

假设所有的连接部都泄漏，NASA 会马上意识到问题的严重性。可如果泄漏仅仅出现在某些飞行中的某些部分，NASA 便产生了一种奇怪的态度：既然某些地方有泄漏而飞行还是成功了，大概问题就不会很大。这荒唐得就像玩俄式赌命游戏：指着自己脑袋的左轮枪中只加一粒子弹，然后随机地扣动扳机，如果第一次枪没响，那么第二次一定同样安全吗？！

维克斯说关于垫圈有问题的消息好像传到了新闻界，对此他有些担忧，因为这看上去好像 NASA 在遮掩事实。

我告诉他对于格雷姆找来的人我非常满意，而且我早在 JPL 就听说垫圈可能有问题，这也不是什么大不了的新闻了。

第二天是星期日，格雷姆全家带我去华盛顿的航空航天博物馆。很早地吃完一顿早点，我们到了博物馆。

原先我以为那儿一定是人山人海，可我忘记了格雷姆是个大头目，因此我们几个人把整个博物馆占了一会儿。

我在那儿看见了沙利·莱德的蜡像，和她本人一无二致——穿着宇航服，手提头盔什么的。

在博物馆里有一个特殊效果的剧院，里边放映有关 NASA 成就的电影，那个电影拍摄得极好。在那之前，我从来没有意识到有成千上万的人在从事航天飞机的工作，而且他们的工作是那么艰难，因此也没有为之感动过。这回可不一样，电影是很有戏剧色彩和渲染性的，以致于我几乎掉下眼泪来。这时，我才体会到“挑战者号”爆炸给人们带来的痛楚。想到这么多人日日夜夜地工作，要把它送上天，结果却机毁人亡，这使我铁了心一定要把失事原因尽快弄个明白，好让所有的工作人员继续他们的事业。这个电影把我的态度从半心半意地反对 NASA 一下子变成了很强的 NASA 拥护者。

那天下午，我接到库提那的一个电话。

“喂，是费曼教授吗？”他说，“我有件紧急的事要告诉你。唔，等一等……”

电话耳机里传来军乐队的背景声。

军乐停了，库提那接着说，“啊，对不起，我正在一个空军的音乐会，他们方才正在奏国歌哩！”

我想象他一身笔挺的将军服，在奏国歌时立正敬礼，可另一只手里却拿着电话！

“啥事儿啊，将军？”

“哦，第一件事，罗杰斯让我告诉你还是别去 NASA。”

我对此毫不关心，因为前一天我早在 NASA 听完汇报了。

“第二件事，明天我们要开个特殊会议，有个人的故事上了今天的《纽约时报》，我们要听取他的汇报。”

我肚里暗暗好笑：“哼！到头来我们还是要在周一开会的不

是！”

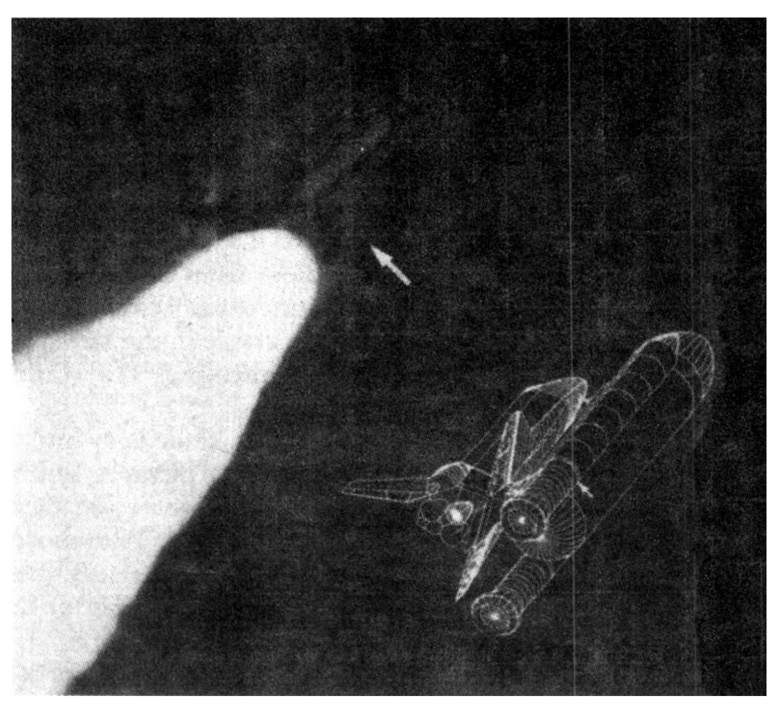
他接着说，“今天早上我在修汽车的喷油嘴时想，航天飞机起飞的那天是佛罗里达罕见的冷天，大约是摄氏零下三四度。以往的发射，最冷的一天也不过是摄氏十二度，你是个大教授，那么请问，冷冻对于O-环会有什么影响？”

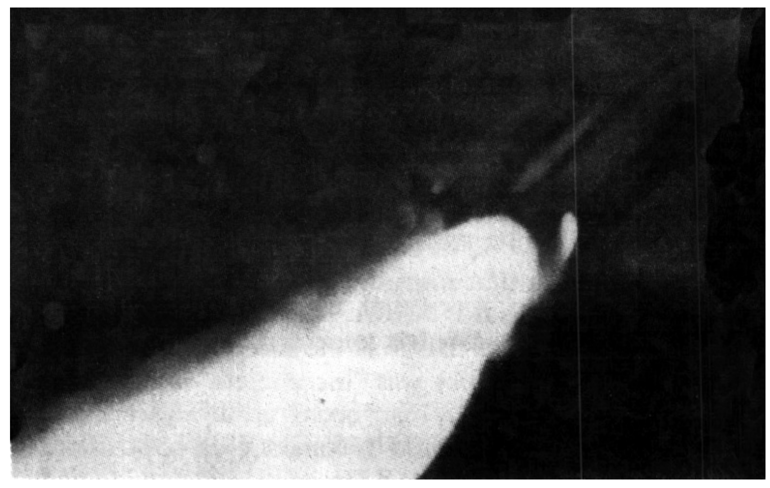
“啊”！我说，“低温会使O-环僵硬不能膨胀，太对了！”

他就说了这么多。这个线索导致了我后来的跟踪研究，最终解开了“挑战者号”爆炸之谜，也使我得到了很多赞赏。但最原始的观察却是他的。理论物理学家只有在得知该寻找什么时才能运用他的知识来解释实验物理学家的结果。

周一早晨，库提那和我去格雷姆办公室找他，我们问他有没有关于温度对 O-环性能影响的资料。他手上并没有这些资料，但他说会尽快去搜集。

格雷姆另外还给我们看了些很有趣的照片。从照片上可以看到在爆炸前的几秒钟，从右边的固体火箭推进器上有一簇火焰在变大，但看不清火焰究竟是在哪个部位。格雷姆正好有一个航天飞机的模型，于是我把模型放在地上，围着它走一圈，然后选了一个与照片的角度完全相同的视角。







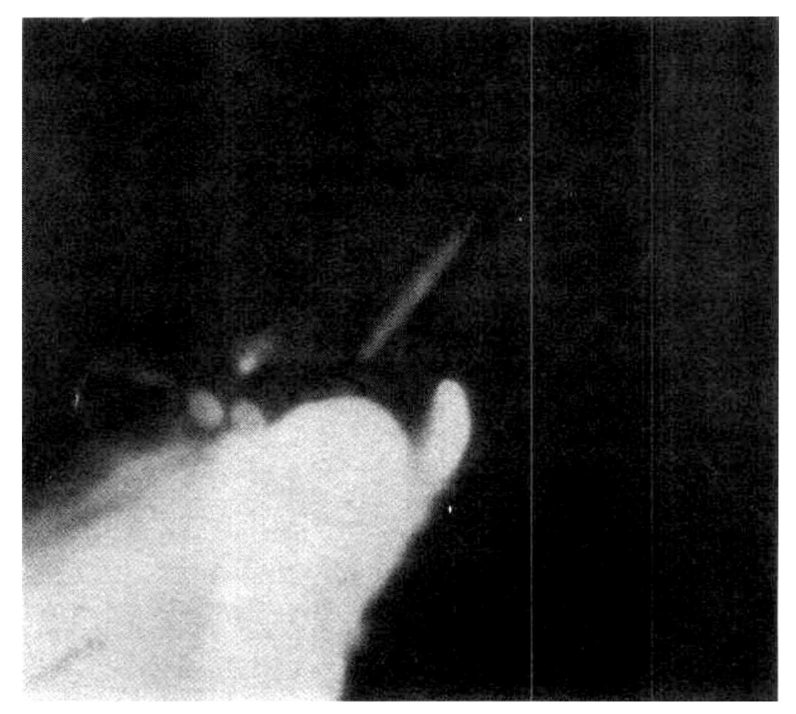


图 12 从泄漏探测孔漏出的火焰逐步加剧

我注意到在推进器上有一个小洞，叫做泄漏测试孔，从那里可以加压测试密封性，这个孔正好在两个 O-环之间，因此，如果它没有严密地闭合，而第一个 O-环又不能完全起作用，灾难性的事故就必然发生。当然，火焰是否真的从那儿出来还是个问题，我们只不过刚探到了一点线索。

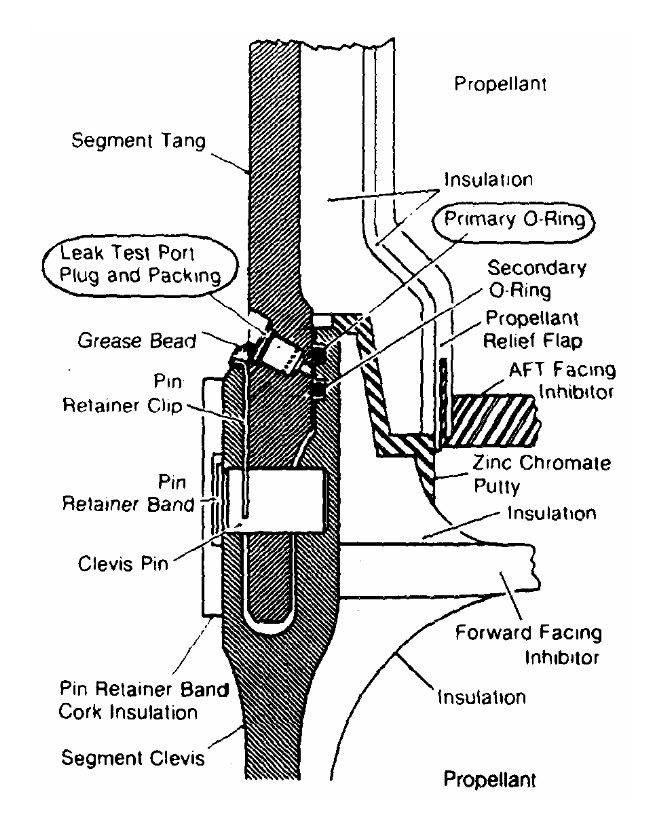


图 13　封闭不严的泄漏探测孔可能为火焰延伸至 O-环的途径

那天下午，我们开了紧急的非公开会议，听取库克先生的报告（《纽约时报》登载的就是他的故事）。他在 NASA 财务部门工作，曾经被要求去调查密封泄漏问题并估算改进 O-环的开支。

在他和工程师们讨论之后，他发现 O-环的严重问题已经存在很久了。他写了报告，并且估算了要花多少经费——一个相

当大的数字。从新闻界和一些委员的观察看，库克先生所述的情况简直像个大曝光，似乎 NASA 有意对 O-环的情况进行了隐瞒。

我坐在这个会议厅，听着这些毫无意义的兴奋发言，心理琢磨：难道每回新闻界有什么举动我们都要开个特殊会议吗?这样的话我们会一事无成!

不过，在会议的后半部，倒有一些有趣的事。第一，新的一些照片显示，在航天飞机离开发射台之前，已经有黑烟从一个临时连接部漏出了。那正是泄漏测试孔的地方，毫无疑问。现在，各个方面线索开始拼到一起了。



图 14 黑烟出现处正是后来起火的地方

然后，一件完全出乎意料的事出现了。摩腾公司一个叫麦克唐纳的工程师想要向我们汇报些事情，并没有人邀请他，而是他自己跑到我们的会议上来了。他报告说，摩腾公司的工程师们早就肯定低温会导致泄漏的加剧，他们非常非常担心。在起飞前一天的晚上做预备工作时，他们警告过 NASA 如果温度降至摄氏十二度以下，飞行计划就该取消。这个温度是以往数次飞行记录的最低温度，而那天早晨的气温只有摄氏零下四度。

麦克唐纳说 NASA 对他们的报告“深感吃惊”。当时主管会议的穆勒先生反驳说证据还“不完整”，因为在以前的飞行中温度高于摄氏十二度，也时有漏出和侵蚀，但飞行还是成功了，所以摩腾公司的人应该对关于取消飞行的建议重新加以考虑。

摩腾公司的人否定了他们以前的结论，但是麦克唐纳坚持不变，他说，“要是这次飞行出了任何事故，我可不愿意站到调查委员会面前说我也同意飞行，而不顾它已经超过了工作能力的限度！”

这些话让罗杰斯吃惊得问，“我得问一下，我是不是听明白了你说……”，然后罗杰斯自己把麦克唐纳的话全部重复了一遍，麦克唐纳说，“没错，主席先生。”

整个调查团被震惊了，因为这是我们第一次听到这样的事，即不仅是密封圈出了问题，而且管理工作也可能出了问题。

罗杰斯先生决定我们应该仔细调查麦克唐纳先生的所述情况，得到更多的细节，然后再向新闻界公开。但是为了让公众得到些消息，我们预定第二天，也就是星期二，举行一个公开会议，让库克先生来作证。

我想，“这和演戏没什么区别：明天我们还是说和今天一样的台词，不会有任何新发现。”

我们正要散会离开时，格雷姆抱着一大叠文件进来找我。

“哇！这么快！今天早上我才问你要的呢！”我说。格雷姆总是那样尽力协助。

那叠文件最上面有一张条子写着：“总统特别调查团的费曼教授想知道温度对O-环韧性的影响……”条子是格雷姆转给一个下级的。

在那张批文下又有一个批文，也写着：“总统特别调查团的费曼教授想知道……”——那是格雷姆的下级批给他的下级的，如此一级一级地转下去。

那叠文件当中有一页是某位倒霉的最下级人员填的一些数据，然后又是一系列的批文，把答案又如此一级一级地传上来。

所以这叠纸就像一个三明治，两头都是层层的批文，中间才是对问题的解答。可我一看，答案却牛头不对马嘴！上边写道：“在一定的温度和压力下，你把材料挤压两个小时，然后观察要多久它才能恢复原形”——天哪！要两个小时！我想要知道的是材料在发射时千分之一秒的瞬间反应！这些资料于我毫无用处。

回到旅馆，我觉得很没劲，就去吃饭。突然，我看见餐桌上的一杯冰水，心里一动，自言自语道：“见它的鬼去吧！我根本用不着NASA的公文旅行来解决问题，我可以自己做实验！我只需要搞到一点密封材料的样品就行了。”

我又想，“明天开会重复听库克那套发言的时候，我可以弄杯冰水来做实验，会议室里有的是冰水。这样我可以不浪费时间。”

可转念一想，“那样会不会显得太迂腐？”

我又想起了物理学家路易斯·阿尔弗莱兹，一个以大胆和幽默出名的家伙，也是我非常崇拜的人。“要是阿尔弗莱兹在这儿，他肯定会做的，那我也可以。”我想。

历史上有很多神奇的物理学家在别人用尽了各种复杂的方法时，他们用简单得像“一、二、三”一般的方法就解决了问题。比如，在紫外线和X-射线被发现后，法国的安得烈·布朗代尔声称他发现了一种新的N-射线。N-射线很难探测到，其他的物理学家也难于重复布朗代尔的实验，于是，有人要求当时美国著名的大物理学家伍德去布朗代尔的实验室。

布朗代尔做了一个公开演示。据他说，N-射线会被铝折射，于是他设置了一系列的光学镜，又加了一个装有铝制棱镜的大转盘。当这个铝棱镜慢慢转动时，N-射线就会折射到不同的方向去，于此同时，布朗代尔的助手读出不同角度下射线的强度。

N-射线据说受可见光的影响，因此布朗代尔把灯光熄灭，以便更精确地测量，他的助手接着报告射线强度和偏折角度。

当演示结束，灯光重新亮起来时，坐在前排的伍德站了起来，手里高举着他趁黑暗在演示前就已拆下的铝棱镜！N-射线就此结束了。

我想，“就这么办！我得找到一块密封材料的样品。”我打电话给格雷姆。

格雷姆说所有的材料都保存在佛罗里达的肯尼迪中心，没法在明天早上拿到。但他记得办公室里有一个临时连接件的模型，原来是准备明天开会用的，那上头有两块密封材料。他说，“明大开会前，我们可以在办公室会面，试试看能否把那里头的两块样品拿出来。”

第二天我起个大早，走出旅馆时是八点钟，外边正下雪。我招了一辆出租车，告诉司机，“带我去一个五金商店。”

“五金商店，先生？”

“是的，我得找一些工具。”

“先生，哪儿去找五金商店啊？！左边是国会，那边是白宫……噢，等一等，我记得前天路过一个……”

八点十五分，司机找到了那家五金店，可是要等到八点半才开门。于是我只好西装革履地站在雪地里。自从来到华盛顿，我穿起西装，打起领带，这样可以在华盛顿人中穿梭游移而不引起怀疑。

可华盛顿人的西服很薄，因为办公室和出租车都有暖气。穿这样的薄西服，从一幢楼跑到另一幢楼，或从楼里跑上出租车一般都没问题，但是要是在外边稍呆久一些，他们就会穿上大衣。我没带大衣，所以冰天雪地穿着薄西服在外边一定显得很可疑。

八点半，我冲进店里买了两支螺丝刀，一把尖嘴钳，一个小 C-形钳，然后直奔 NASA。

在去格雷姆办公室的路上，我担心买的 C-形钳太大了，可又没什么时间了，于是我冲到 NASA 医务室，问他们有没有医用

的小钳子。(顺便提一下，我知道医务室在哪儿，因为我在加州的心脏科大夫命令我按时查血压——他通过电话给我治病哩!)

医务室里没有医用钳。可他们建议，“可以试一下你买的C-形钳能不能进杯子里嘛!”果然，没问题。

我又跑到格雷姆办公室。

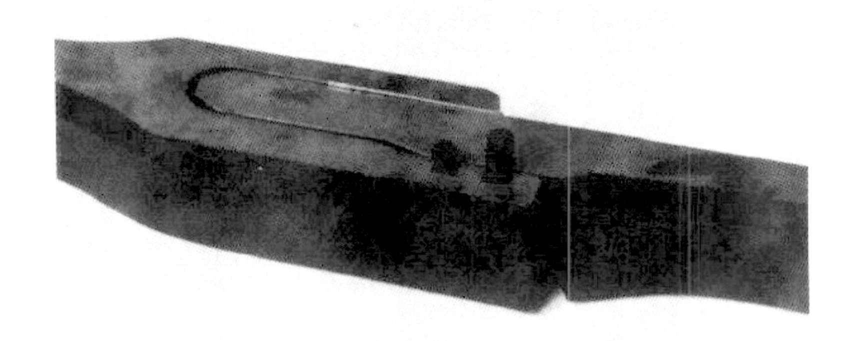


图 15 费曼取出 O-环材料样品的临时连接件模型

我仅用尖嘴钳便很容易地把 O-环拿出来了。于是，我手里拿着 O-环站在那儿。尽管我知道如果在公开会议上第一次做这个试验会更戏剧化也更诚实，我还是忍不住做了件让我有些不大好意思的事——我先做了一遍——实在熬不住啊！这可以说是和先开闭门会议再开内容同一的公开会议差不多的意思吧!于是，在公开会议前，我已经发现我的设想是对的。然后，我把 O-环装回到格雷姆的模型，让他带去会场。

我信心十足地到了会场，两边的衣袋里装着尖嘴钳和 C-形钳，在库提那旁边坐了下来。以前的会议都有冰水，可偏偏那天没有。我对一个像是负责会场的人说，“请给我一杯冰水。”

他说，“好，好。”

五分钟后，卫兵把会场门关上，会议正式开始，冰水迟迟未到。

我冲着那人打手势，他过来说，“别急，马上来!”

会议进行着，穆勒先生开始向我们报告 O-环的情况。

显然，在公开会议上，NASA 想在穆勒先生发言之前报告关于密封的情况。这时，格雷姆的模型开始在委员之间传，每个人都看了几眼。

冰水仍然没有到!

穆勒先生开始讲述 O-环应该有什么功能。他用的是典型的 NASA 方法——一大堆奇怪的专业术语和缩写语，谁都不会听懂的。

在等冰水的同时，我想该开始慢慢地铺垫起来，于是我问:“在发射时，震动会使连接部件都挫动一些，是吗? ”

“是的，先生。”

“在连接部件里边，O-环理应膨胀一些，这样才能密封好，是吗? ”

“是的，先生，在正常情况下，它们应该和连接的凸起部与凹陷部紧紧相贴，而且被压缩二万分之一英寸。”

“为什么我们不能把 O-环拿出来呢? ”

“那样高压气体会从连接部漏出来。”

“因此，O-环必须使用橡胶一类的可膨胀材料，而不能使用像铅那样的不可膨胀材料，对吧？”

“是的，先生。”

“好。那么，如果O-环在一至二秒内失去了膨胀性，这是不是会导致极其危险的后果？”

“是的，先生。”

这番对话把问题直接引入低温对O-环材料的影响。我想试探穆勒先生是否像麦克唐纳说的那样对气温影响O-环的情况实际是知道的，尽管他声称“数据不全”。一直到这时，冰水仍然没来，于是我只好停下来，让其他人接着发问。

连接件的模型传到库提那又传到我手里。我从衣袋里拿出尖嘴钳，把O-环卸下来拿在手里——还是没有冰水！我又转身冲着那人打手势，他又打着手势回答，“别急，就来了。”

不一会儿，我看见一个年轻姑娘从老远的地方托着一大盘的玻璃杯和冰水走来，她给罗杰斯一杯，阿姆斯特朗一杯……一排排、一个个地送冰水。可怜的姑娘准备了所有的家当——杯子、水瓶、冰块、托盘，才过来给每个人，送冰水。而我拿到冰水后，连一口都没喝！

我把O-环用C-形钳夹住，然后放在冰水里。

过了几分钟，我准备演示这个小实验了，于是想伸手去按我话筒的按钮。

库提那将军早开始注意我的这些小动作，这时他很快地凑过来说，“副驾驶呼主驾驶，还不是时候。”

过了一会儿，我又伸出手去。

“还不到时候，”他指着我们当天的会议议程表，上边印着穆勒今天要展示的所有图解和幻灯片。他说，“等穆勒讲到这个幻灯片时，那才是你该发言的时候。”

终于，穆勒讲到那儿了，我按下了话筒的按钮，“我从连接件模型中取出了 O-环，用 C-形钳压缩后放在冰水里。”

我把它从冰水里拿出来，举在手里，又把 C-形钳松开，解释道，“我发现，当 C-形钳松开后，O-环材料没有恢复原形。换句话说，有好几秒钟时间，它受低温影响，失去了膨胀性。我认为这与我们正在讨论的问题有直接的影响。”

穆勒还没来得及回答，罗杰斯抢着说，“这将是我们讨论的一个问题，今天时间有限，不谈天气的影响。我想这个问题的重要性，穆勒先生一定早已知晓，也一定会在将来给予解释。”

午餐时，记者们拥上来，七嘴八舌地问些不对路的问题，“你讲的是 O-环呢，还是填充材料？”“你能解释一下什么是 O-环吗？”我以为我的演示完全没起到作用，心里懊丧得很，不过，到那天晚上，所有的电视都抓住了那个实验的重要性；第二天的报纸上，一切就都被解释得清清楚楚了。

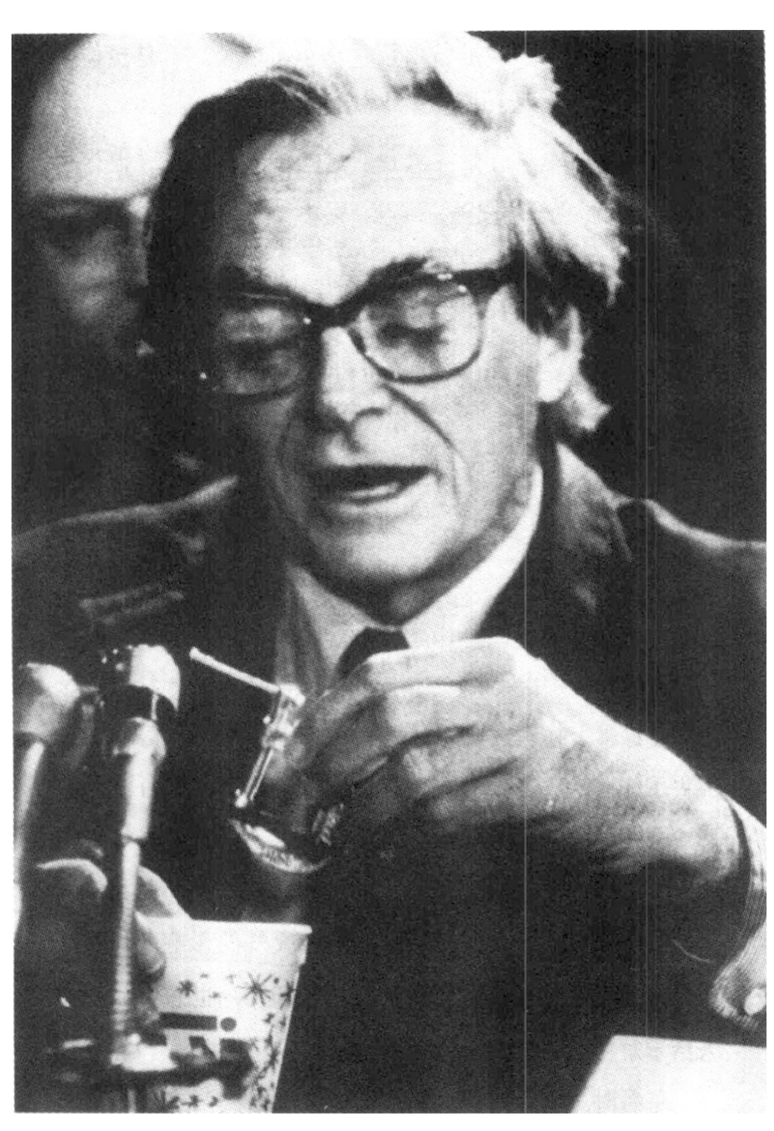


图 15A O-环的冰水试验

我的堂妹弗兰西斯教我如何应付新闻界。她曾经在尼克松当政的时候做过驻白宫记者，现在正为 CNN 工作。她告诉我有些人因害怕和记者打交道，常从后门溜走。从她那儿我得知新闻记者也不那么坏，他们不过是帮着公众弄清楚世界上发生的事情而已，所以我应该对他们彬彬有礼。

后来我发现只要与他们正常往来，他们大多数挺友善的，所以我从来不躲避新闻记者，总是尽量回答他们的问题。

有的记者告诉我可以用“不愿透露姓名人士”的讲法，可我不喜欢藏头藏尾，好像偷偷摸摸泄漏内部机密似的。因此我总是行不改名，而且回答问题总是直截了当，结果是我的名字每天都上报，到处都是。

看上去我曝光很多，其实是个苦差事——其他人都散会吃饭去了，我还愿意留在会场细致地与记者交谈工作。我是这么想的，“如果不仔细透彻地回答他们的问题，组织这样的公开会议还有什么意义呢？”

常常，当我最后跑到餐厅，罗杰斯正好在提醒我们不要告诉新闻界这个那个，而我则往往一拍脑袋，“啊呀，我刚跟他们谈到……”

罗杰斯则会接着说，“啊，没关系，你并没有做错，费曼博

士。我没什么意见。"所以，终了我也没弄清楚究竟哪些是"不应该告诉记者的"。

调查团的工作非常紧张，所以我很喜欢和堂妹及她在《华盛顿邮报》做事的儿子出去吃饭，放松一下。由于罗杰斯常提醒防止信息泄漏，我和堂妹侄儿约好一个字也不谈及我的工作。要是 CNN 或《华盛顿邮报》想了解情况，他们会派另外的记者。

我告诉罗杰斯我有亲戚在新闻界工作，但我不会和他们谈工作的事。我问他这样是否会有问题。

他笑着说，"一点儿也没有，我的表弟也是新闻界的呢。"

周三，调查委员会正好轮空。库提那将军请我去国防部五角大楼参观，以便了解空军和 NASA 的关系。

这是我一辈子第一次踏进五角大楼。和平民百姓生活不同的是，这儿有那么多穿制服的人随时听命。库提那对一个士兵说，"我想用一下会议室来……"

"是！长官！"

"……我们要用些幻灯片，大概是……几号……几号……"

"是！长官！"

这些家伙忙将起来，而库提那则开始在那间特殊的会议室给我讲解。那儿的幻灯是从反面射到一个透明的墙上，整个装置十分新颖花哨。

他开始说，"某某议员在 NASA 的掌握之中……"我便半开玩笑地打断他，"将军先生，请别提这些让人分心的细节，你

要把我的脑子先灌满是不是？不过别担心，我肯定会把它忘掉。”我只是想像小孩那样简单——先把航天飞机失事的原因弄清楚，然后再管那些人际关系的杂事不迟。

库提那在讲解的过程中，提到调查团成员由于各种关系，都有难言之苦：他自己做过空军方面的航天飞机事务负责人，和 NASA 同仁有极密切的协作，因此对问特别尖锐的问题有所顾虑；沙利 · 莱德尚在 NASA 任职，所以也不能完全按本意行事；克文特从事引擎的研制，同时是 NASA 的顾问……如此这般。

我说，“我也和加州理工学院的 JPL 公司有关，可我并不觉得这是个弱点啊！”

“是啊，”他说，“你总是一往无前——至少我们都这么觉得。可在空军里我们有句术语，叫‘注意六点钟方向’……”[①]

这时有了点小小的打扰。有人抱怨说其他人等着用会议室呢。库提那说，“告诉他们，我再要十分钟就完了。”

“是！长官！”

最后，我们从会议室出来，看见走廊里十几个将军级的军官等着，而我刚才一个人在里面占了会场听一对一的介绍。这下我的自我感觉简直良好得没边了。

回去后，我写了封家信。当我写到罗杰斯对我与堂妹、侄儿联系的反应时，我开始担心要“注意六点钟方向”了。我写

① 英美人习惯把方向以自己为中心分成像钟表盘一样的十二等分，因此十二点钟是正前方，六点钟则是背后方向。——译者

道：

像我一直对罗杰斯的反应挺满意的，但现在倒有些异样的感觉了。他的反应好像过于简单了，尤其是在他明明白白讲了防止泄漏消息的重要性之后。他会不会是设计好了要坑我哩？（瞧，亲爱的，华盛顿人的怀疑恐惧症开始感染上我啦）……没准儿有人不想让我了解某些情况，或者在我越来越接近挖出事实真相的当口，用什么办法给我的信誉抹把黑。所以，虽然很不情愿，我还是小心为上，不要再找堂妹和侄儿了吧。不过，我会先问他们一下，我是否神经太过敏了。罗杰斯上次看上去非常和气，非常爽快。可我想对他来说，我可找了不少麻烦。

明天一大早 6：15，我们要乘两架专机去肯尼迪宇航中心听“简介”。毫无疑问，我们会被带着四处转转，看看各种花样，但不会有时间和任何人谈具体的技术问题。这可难不住我，要是到了周五我还不满意结果，我就再呆到周六、周末；要是周末没人工作，我就呆到下周。反正我是铁了心非弄它个水落石出不可！

我猜他们会让我去转，但会用无穷多的数据细节把我埋起来，然后他们有时间去做手脚。哼，这把戏成不了，因为一旦谈到技术问题，我的脑筋之快他们还没领教过呢！还有，我已经嗅出些问题的味道了，顺藤摸瓜一定能找出东西。

这回我好像是一头蛮牛闯进了瓷器店。不过，谁让他

们把本该在田里上套耕种的老牛请进瓷器店的呢？

总之，尽管我宁愿在家做其他事，现在我还蛮自得其乐。

爱你的

理查德

新闻界当时报道在“挑战者”失事的那次飞行前，NASA受了白宫巨大的压力，让他们按时起飞。关于压力的来源则说法不一，里边各种势力交杂不清。这些都要好好调查，不过我得注意周围，保护好自己。

终于，我们在周四到达了肯尼迪中心。原先安排的计划是有人先把我们带着参观一圈。但由于新闻界急于报道，我们于是先开了个公开会议。

首先，我们看了一些照片，上面显示当航天飞机还在发射架上的时候，它的侧面已经有一小股黑烟冒出。整个发射场有一百多架摄影机，从各个角度同时拍摄。其中两架正对着冒黑烟的地方，却都神秘地失灵了，因此没拍下任何镜头。不过，从其他的侧面摄像机记录上，我们可以看到黑烟从临时连接部冒了四五次。黑烟不是燃烧的产物，而是由于内部升压被挤出来的东西。

在那之后的一分钟左右，黑烟不冒了，大概是O-环密封圈胀起来发生效用了。然后，黑烟很快又出现了。

我们讨论了一下到底有多少东西会漏出来。黑烟大约有六尺长，三四尺宽。但计算漏出了多少东西是很困难的事，因为一来它取决于颗粒的大小，二来从侧面的照片上我们无法准确估计黑烟的纵深方向有多少。

为了给个最低估算，我假设一定量的物质发散出最大程度的黑烟。结果，我惊奇地发现，只要有一立方英寸的东西漏出就会造成那么大的黑烟。

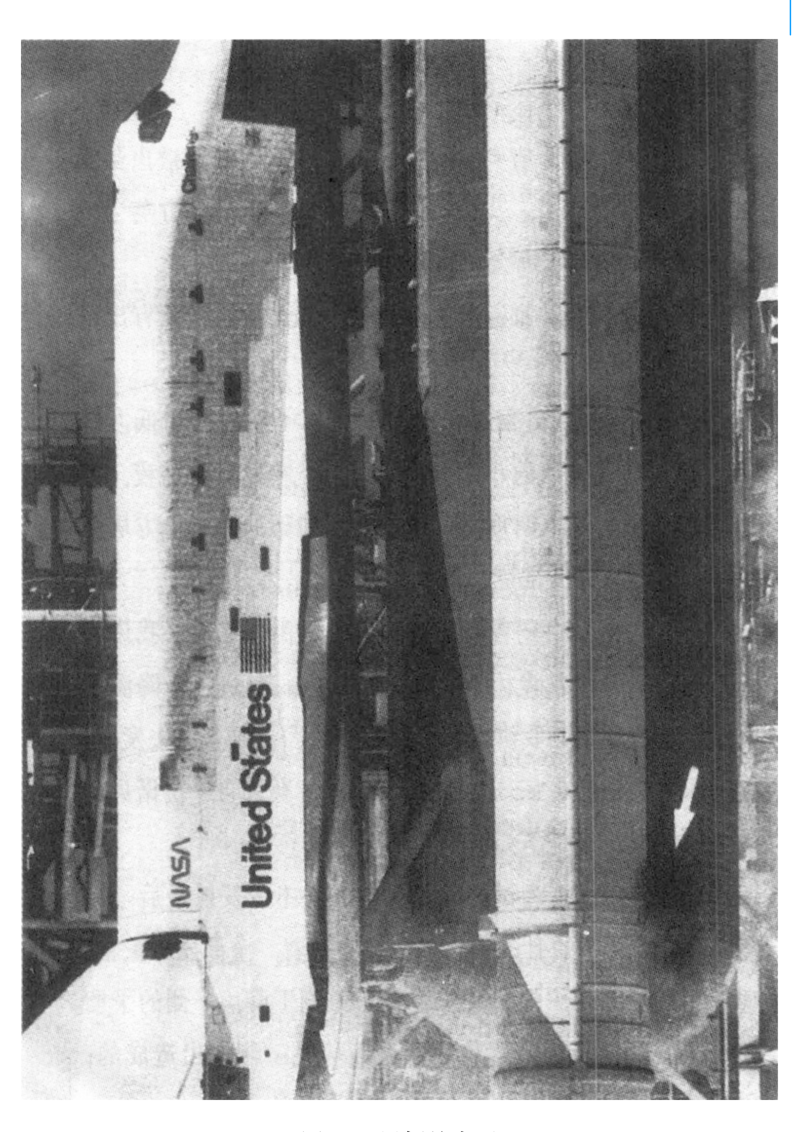


图 16　黑烟的出现

我们又看了以前各次发射的记录，黑烟从来没有出现过。

一个叫查理·史蒂文森的人又介绍了发射前的低温情况。他是负责除冰的小组长。查理说，在发射的前夜，气温降到了摄氏零下四度，可他们在发射架的几个地方居然测到了摄氏零下十四度，他们不明白这是怎么回事。

午饭时，一个记者问我对测出的低温怎么看。我说大概是液氢、液氧被灌入推进器时把周围材料进一步降温了吧。这位先生以为我讲的是什么重要机密，赶紧拿去发表。但他又不写我的名字，而是说，“这些解释来自一位诺贝尔奖得主，那一定是不会错的了。”

下午，管遥控测试的人给我们讲了不少发射最后一分钟的情况。数以百计的指标同时被监控着，全部显示正常。液氧罐的压力在火焰出现几秒钟后急剧下降，一侧的平衡舵受了很大的压力，这是因为火焰从另一侧冲出造成的；液氢罐爆炸时，压力的下降导致主引擎自动关闭——这一切似乎都没有异常。

那天的会一直开到晚上七点钟，所以参观只好推到下一天，我们便直接去用晚餐了。

吃饭的时候，我正好坐在艾尔·科尔旁边。他刚刚加入调查团，目的是帮着罗杰斯做组织工作。先前，他在白宫的财政管理部，据说在那儿做得很出色。罗杰斯不停地说，我们能把他挖过来真是幸运之极。

科尔有航空系的博士学位，还在加州大学伯克莱分校做过博士后，履历颇佳，自我介绍的时候。他幽默地开自己的玩笑，说他最后一次“诚实的工作”是在伯克莱做的空气动力学实验

（以后便到华盛顿工作了）。我觉得他很有意思。

可我和他交谈还不到五分钟，他就很气愤地说我侮辱了他，而他从来没有被如此无礼地对待过。他还讲他到这个委员会来可不是受气的，也不再想和我有什么瓜葛。

我这个人总是忘记自己做的傻事，现在也记不清究竟说了什么又蠢又不得体的话，更没想到他的反应那么强烈。

在那之后的十分钟气氛很紧张，我连忙道歉并试图引出别的话题。过了一会儿，我们又恢复对话了。虽然我们一直没有成为特别好的朋友，倒也相安无事。

周五早上，又有一次公开会议，是听取摩腾公司和 NASA 关于起飞前夜的报告。那天的报告人总是躲躲闪闪，所以每个问题都要慢慢地挤出答案，而且你必须问到点子上。

委员会的同仁头脑非常清醒。比如，苏特问，“在这种情况下，你们批准起飞的具体标准究竟是什么？”然后他还有一连串切中要害的问题。结果，我们发现他们根本就没有具体标准。科弗特和沃克也同样一语中的，其他人也差不多。我倒有些思路跟不上他们了。

随后，摩腾公司的代表开始自相矛盾，含糊不清起来。罗杰斯和莱德问摩腾公司的经理梅逊和伦德有多少工程师直到最后都坚持反对起飞。

“我们没有征求每个人的意见。”梅逊说。

“那么，是只有一二个人反对呢，还是相当多的人反对？”

“我想，大概有五六个工程师认为起飞不安全。但是，我

们也没有确凿的证据说发射一定会失败呀。”

“这么说，赞成和反对的人数大约是一半对一半？”

“大概是的。”

我觉得梅逊和伦德在诡辩。但我只会问直截了当的问题，于是我说，“先生们，你们能否按专业权威的水平，从高到低，给我列出四位工程师的名字？”

“罗杰·波斯乔力，阿尼·汤姆逊是数一数二的；然后嘛，杰克·坎普，呃……还有杰锐·勃恩吧……”

我转过身问正好在会场的罗杰·波斯乔力，“你当时同意起飞吗？”

“不，我是投反对票的。”

我又问阿尼，汤姆逊同样的问题。

他说，“不，我没有同意起飞。”

我又问，“那么，杰克·坎普呢？”

伦德说，“今天他没来，但我问过他，他说按当时的数据，他会同意的。”

“第四位先生的意见呢？”

“我不知道杰锐·勃恩的想法。”

“所以，”我耐不住了，“在四个工程师里，一个‘观点不明’，一个赞成，两个最有权威的投了反对票，”如此看来，方才他们声称的“一半对一半”完全是扯淡，更不用说投反对票的人是最有资历的。

午后，我们去参观肯尼迪发射中心。这并不如我以前预想

的那么糟；相反，倒是相当的有趣，时间不够，我们没法观看助推火箭的装配。在快结束的时候，我们去看了收集起来的航天飞机残骸。

对这种集体参观我实在是受够了，于是我没有继续后边的参观项目，而是跑到查理·史蒂文森办公室去看更多的照片资料。在那儿我还发现了更多关于低温的数据。那些人都非常合作，愿意让我和他们一起研究。所以在等了十天以后，我终于找到了合适的工作环境。

那天的晚餐时，我告诉罗杰斯，“周末我想继续留在这儿做调查。”

“嗯，费曼博士，最好是和大家一起回华盛顿。不过，最后还是你做决定，你有充分的行事自由。”

“那我就决定留下来。”

周六，我去找那位实际操作温度测量的工作人员。他是个很友好的人，叫戴维斯。在他的记录本里，每个温度记录都同时标有确切的测量时间，而且有照片为证，从那里还可以看到他爬上爬下发射架花的时间。他测量温度包括了空气、火箭表面、地面、冰面、冷冻液，等等，非常细致周到。

按 NASA 曾做过的一个理论推测，在发射台周边的温度应该比测到的均一，而且比测到的应该要高不少。于是有人猜想辐射会有影响，还有人注意到戴维斯读到的冷冻液温度是摄氏零下十四度，比照片上的低不少。而且，在这个温度下，冷冻液早该结冰了。

我们查看了测温组用的温度计。从说明书上看，要得到准确的读数，就必须先让温度计在被测物体上呆 20 分钟以达到平衡。但戴维斯他们则是从盒子里拿出温度计后马上测温度。于是，我们要验证当时的读数误差是否可以被再现。

周一，我打电话给做温度计的公司，“你好，我叫费曼，现在调查航天飞机失事的委员会里工作。我想问一些关于你们公司的红外测温仪的情况……”

“我可以给您打回去吗？”

“当然。”

过了一会儿，他打回来，“很抱歉，这些是技术保密的资料，我无可奉告。”

我猛然意识到真正的问题是他们一定被吓住了，以为我们要归罪于他们公司的产品。我连忙说，“先生，你们的测温计和事故没有任何关系，只不过这儿的人使用的方法和说明书上讲的不一样，所以我想找出误差，以便知道当天的真正温度。为了这个目的，我想了解一些细节。”

那人这才放了心，变得很合作。在他的建议下，我让测温组的人做了个实验：在一个摄氏四度的房间里放块巨大的冰，这样可以保证冰的表面是摄氏零度。然后让他们从摄氏二十一度的地方拿来测温计，每隔三十秒测一次温度。这样可以决定各个时间点的温度误差是多少。

由于戴维斯的所有数据都仔细地标有时间，因此我们很容易地纠正了以前的读数偏差。结果显示，实际的温度与理论推

导值非常接近，合乎道理。

在那天的记者招待会上，我解释了关于温度测量的整个情况，告诉他们“诺贝尔奖得主”上次的解释完全是错误的。

我写了份报告给科尔，让他转交其他委员。

随后，我又开始研究另一个可能导致事故的原因——每次发射，在推进器掉到海里时，冲力作用于火箭体，使它变形而不再是完美的圆形。在肯尼迪中心，打捞回来的火箭体被拆下来，运到犹他州的摩腾公司去加满推进剂，然后再运回在佛罗里达州的肯尼迪中心。在这个过程中，充满了推进剂的火箭体非常沉重，因此当它们被横躺着运来运去时，底部会被压得变形。虽然变形只有十几分之一英寸，但它已经足以让高压热气从密封不严的连接部冲出——因为 O-环密封圈只有四分之一英寸厚，只能被压缩二百分之一英寸。

我想做一些计算，试图决定变形究竟有多少，出现在哪儿，会不会正好在后来出现泄露的地方。NASA 送来了关于变形的资料。他们的数据全是根据每隔 60 度测量一次直径而得，因此根本不说明问题：三个同等的读数并不能排除变形的出现。比如，你可以像下边的图示那样，让所测的直径全部一样，但作出的图形却不是圆形。

我小的时候在博物馆见过个魔术，用的是同样的原理：一堆奇形怪状的齿轮带动一根连杆。只要齿轮的直径都相同，连杆的另一端依然会平稳地来回跑，乍一看会觉得不可思议，细一想却合乎道理。

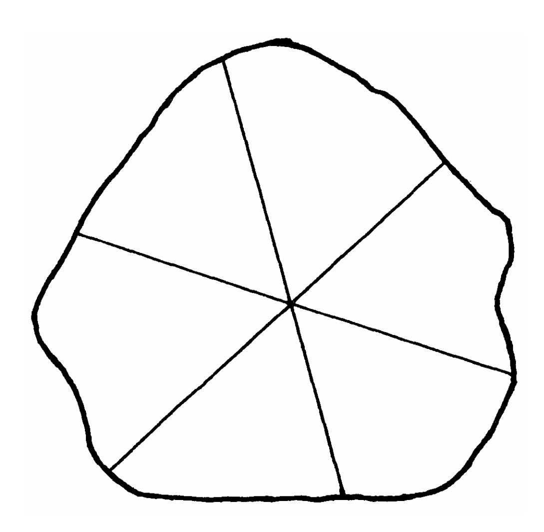


图 17　三个相同直径并不意味着一个圆形

所以，NASA 的资料没什么用。

在那几天里，正如我在家信中预言的那样，在华盛顿的委员会接连不断地发来指令，“查一下温度测量”，“查一下图解”，“查……”。它们加起来是很长的，一张单子哩！不过，当它们到我手里时，我的工作早完成了。

其中一条指令是要我查一张神秘的纸条。据说，肯尼迪中心的装配线上发现过不知谁写的“冲将上去”的纸条。人们怀疑它代表了某种不负责的催促。因此他们让我找到那张纸条。

到那时，我已经了解 NASA 有多少千万张纸！我想那一定是个花招，意在让我陷入无关紧要的细节。我决定不理会它。

其实，我秘密地在调查另一件事。

有人传说 NASA 之所以急忙赶着发射，是为了凑里根总统的国情咨文演讲。根据那种说法，白宫早已安排了戏剧性的场面：当总统讲演到一半时，在航天飞机上的麦考利夫会向他打招呼，“你好哇，情况怎么样？”“很好！”……等等。这样效果一定非常引人入胜。

我觉得这讲法听上去蛮有道理，可能性不小。可是，有没有证据呢？调查这种事可不是我的本行。我当时琢磨：首先，要和总统讲话并不是件简单的事；其次，要和航天飞机上的宇航员通话也不是抄起电话就能打的。这么想来，人们一定要通过相当复杂的程序才能把总统和宇航员互相接通。于是我一头扎到最基层的技术人员中，调查当时是否有人在安排那件事。

开始，我问了很多技术性的问题，他们给我介绍天线、频率、无线电系统、计算机系统，等等。

我问，“你要想给另一个地方发消息，比如马歇尔城吧，该怎么进行？”

他们说，“我们只是个中转站，所有的东西都自动传到休斯顿。那儿的人才管往哪儿发送、连接，我们不管。”

于是在肯尼迪中心我没发现任何证据。其实我心里很不安，因为那些人对我非常友好直率，而我却在拐弯抹角地刺探。我不喜欢这样，可有什么其他办法呢？到了休斯顿，我大概也只好如此行事。

周一，赫兹来到佛罗里达帮我忙，（后来他告诉我，他是被派来监督我的，好让我别太出格。）他带来了一张单子，上边写

着需要调查的项目。

“这么多事情，我们何不分头进行？”他说。

于是，他挑了其中一些对他比较容易的，剩下的其实我都做得差不多了。赫兹又一次暗示那张写有“冲将上去”字样的条子很可能来自组装火箭的人。可我还是觉得它并不重要，所以没去理它，而是跑去见想约我谈的兰巴斯先生。

兰巴斯职位很高，在组装助推火箭的部门是个头目。

他告诉我他的烦恼，“从前，工作人员都很尽职，现在可不一样了。”他举了两个例子。

第一个是他们拆卸从海里打捞上来的助推火箭。助推火箭由几个部分组成，用 180 个大金属钉固定。这些钉子有 2 英寸长，1.5 英寸宽。

拆卸火箭是有严格的程序的。但有一次工人们别出心裁，把火箭斜吊起来再施加压力。这样压力达到 11000 磅就很容易把钉子拆下来。

其实这主意并不坏，但有一次压力计失灵，他们一再加压，超过了预定值，但压力计显示的还是达不到 11000 磅，他们正奇怪的时候，一个钉子被压断了。

兰巴斯严厉地批评了不照章办事的人。

他举的第二个例子发生在组装火箭的过程中。按规定程序，组装应该自下而上一截一截地进行，当一个部分由于变形而不能完好地插入前一截时，工人们应该先把它吊起来让它复形——一个简单有效的办法。

如果这一招不灵，那就只好动用复形机了。方法是把部件

的一端固定住，另一端用液压顶加压，让部件恢复圆形。这时，压强按规定不许超过 1200PSI。有一次，工人看到 1200PSI 的压强还没有让部件复形，便抡起扳子再加压，直到 1350PSI。兰巴斯说，这是又一例工人违反规章的情况。

我本来就想找装配线的工人聊聊，因为我从小就对那些工人充满敬意。于是，我约他们第二天下午来谈话。

第二天，我走进会议室，看见长桌子边坐了足有三四十人，每个人都拉长了脸，神情严肃，等着和“调查委员”谈话哩。

我自己被吓住了——以前我从来没意识到作为“调查委员”具有这么大的权威。他们以为我要审查他们的错误，因此忧心忡忡。

我赶紧说，“我没什么其他事儿，就只是来和组装火箭的人聊聊。你们没必要因为我来就全停下工作来开会，我只是找几个有关的人随便谈谈而已。”

大多数站起来回去忙他们自己的工作。六七个人还是留在那儿，他们都是管组装的，其中包括工头和一个管理人员。

开始，他们还是有顾虑，说话谨慎小心，不完全敞开。

我说，“有一点我弄不懂——当你们量了三个直径，得数相同时，部件就真的互相咬合得很严密吗？我怎么老觉得即使那样，也会有其他的凸起、凹陷，最后使得部件不能完全吻合呢？”

“是呀，是呀！”他们说，“有这样的凸起，我们叫它作‘奶头’的……”

组里惟一的女工说，“嘿，这和我可没什么关系！”于是大

家都大笑起来。

“这些凸起凹陷是常有的，”他们接着说，“我们向上边反映了好多次，可从来没回音！”

一谈起具体工作，气氛马上融洽活泼起来了，对他们而言，我只是个懂技术的普通人。他们的戒心完全消除，我从理论的角度问了许多问题，他们也开诚布公地与我谈了许多他们的想法和建议。

比如，在用复形机时，固定和加压的两头必须严格地正对面。整个大圆柱有180个孔，于是他们必须确认两端正好相隔90个孔。数孔这活儿听上去容易，做起来却麻烦得很，因为他们要爬到很高的地方，而且姿势很不顺手，所以这道工序又难又费时。

他们想出了个好办法，即用四种颜色每隔90度标记一下。这样，他们就可以省很多气力，因为他们最多只要数22孔就够了。比如，固定的那头距其中一个颜色是顺时针第九个，那么只要找到对面的颜色标记，也顺时针数九个便是该加压的地方。

他们的工头说他在两年前就写了个报告，可至今还没进展。上边的回答是做这件事太贵了。

我大惑不解，“画四个小标记会太贵？”

他们大笑起来，说，“不是画标记太贵，而是公文费太贵——因为工作手册也必须重新写过。”

工人们还有其他的观察和建议。比如，他们担心在组装部件时，掉下来的金属碎屑会粘到密封圈上并磨损它；还有，他们甚至提出了一些建议重新设计O-环密封圈。那些建议并不成

熟，但重要的是，工人们一直在勤于思考。我感到他们并不纪律涣散；相反，他们很敬业，只是上边从来不鼓励他们的积极性。在这种没有鼓励的环境下，他们能做到这样就很不容易了。

然后，工人们又问那位管理人员，“我们对一件事很不满——为什么当调查委员会来看火箭组装演示的时候，操作的是经理们而不是我们呢？”

那位经理说，“我们担心你们被吓住而不愿意做演示。”

“谁说的！”工人们说，“我们的工作做得很漂亮，很想给调查委员们露一手呢！”

会后，那位经理把我请到咖啡厅，那时工人们正好不在。他对我说，“真没想到他们还真的对工作那么投入！”

过了一会儿，我又和工人谈起加压超过 1200PSI 的事。他们给我看工作记录。那工作记录虽然不是经过签字盖章的文件，却也是非常认真仔细写下的。

我问，“听说压力最高时曾达到 1350PSI……”

“对，”他说，“我们在另一端拧紧螺丝。”

“这是规章里允许的么？”

“是呀，工作手册里讲的。”

他打开工作手册，指给我看，“……先以液压顶加压，如仍不足以让部件恢复原形，则应拧紧另一端的螺丝以获得更大压力……”白纸黑字写得清清楚楚！但它没有说明这样的做法会使总压力超过 1200PSI，我看多半是写手册的人没想到这一层。

他们的记录上还写，“在拧紧螺丝时，须小心谨慎，慢慢加

压……”——和手册的讲法一样。

我说，“兰巴斯告诉我，他听到你们加压超过 1200PSI 时，大大地批评了你们。”

“没有哇，从来没有——他有什么道理批评我们呢？”

后来我们推测，大概是兰巴斯的批评一级一级往下传；到了某一级时，人们突然意识到工人们的做法完全是按章行事。于是人们就不再往下传了，但也没有把情况反馈给兰巴斯，而是不声不响地把这件事了结了。

吃饭的时候，他们谈了审核的程序，“每一道工序都有一张表，上边有专门签章的地方，一处是由经理签名，一处是为质量审核部的，一处是给制造商的，特别重要的还要由 NASN 再盖一个章。”

他接着说，“我们总是量一次，做一次复形；再量一次，再做一次复形……如此重复，直到完成。然后我们就冲将上去……”

我猛然被提醒了，“你这‘冲将上去’是什么意思？听上去像骑兵团打仗似的。”

“不是的，这只是我们的口头禅。每回我们成功地完成了一步要接着往下走时，我们就说‘冲将上去’……”

“你有没有把它写下来过？”

“有啊。”

“给我看看你是怎么写的。”

他翻开记录本，找到了几处。我查了之后确实觉得那是非常自然的讲法，一点都不含有乱冲乱上的意思。

周一和周二，当我在肯尼迪中心到处探访的时候，罗杰斯在国会出席听证会。国会正在考虑是否要进行独立于总统特别委员会之外的调查。

南卡罗来那州议员郝凌斯给了罗杰斯不少难堪，“罗杰斯先生，我很担心你们是否有足够的人力，到底有几个检察员在工作？”

罗杰斯说，“我们没有像警察那样的调查员。我们查阅文件，搞懂它们，组织听证会，与目击者交谈……这是我们的工作方法。我向你保证，人力是够的。”

“这正是我要讲的！”郝凌斯说，“以我从前的调查工作经验，我会让四五个技术专家泡在那里，和工人同吃同住。这样在饭桌混个三星期，得到的信息会多得你都不相信！你们不应该只是坐在那儿，读别人送上来的文件！”

“我们并没有坐着读文件，”罗杰斯说，“我们召集很多人开会，一起问很多问题，而不是让侦探跑下去一个一个地盘问。”

“我知道，”郝凌斯说，“但我还是认为没有探子什么事也查不出。我也在几个总统特别调查委员会任过职，这些委员会的通病就是它们获得的信息都是别人送的，他们总是不愿意深入调查背后的东西。最后记者和其他人只好自己再来调查或猜测，就像直到今天人们还在调查肯尼迪被刺案呢！”

罗杰斯镇静地答道，“议员先生，我很感谢你的提醒。你得知如下的情况一定会高兴：我们的一个委员——他是个诺贝尔奖得主，现在就在佛罗里达，做着你刚才说的那些事。”

（罗杰斯不知道的是，他说那些话的时候，我正好在和工程师们吃饭哩。）

郝凌斯说，“我一点儿也不怀疑那位诺贝尔奖得主的能力，从新闻上我读到很多他的发现和评论。委员会的能力，是信得过的，只是要做好的调查就一定要有好的调查员。你们已经发现了很多有用的情况，所以看来工作是无可挑剔的。”

所以，我还是真的救了罗杰斯一把呢！他与郝凌斯唇枪舌剑而没败下阵来，是多亏了我没听从他返回华盛顿的命令，而是留在了下边。

周二下午，我飞回华盛顿，第二天就出席了又一次公开听证会。摩腾公司的一位叫伦德的经理在作证。他在起飞的前夜由工程师被提拔成了经理，于是他改变了立场，否决了工程师们延迟起飞的建议。我问了许多极其尖锐的问题，突然我觉得这气氛像是宗教裁判所。

罗杰斯提醒我们要掌握分寸，因为那些人的前途会因此受很大影响，“我们高高在上，他们在下边；我们可以问任何问题，他们却没有还嘴的余地。”突然，我觉得心里难过极了，觉得无法继续，便飞回加州调整几天去了。

在加州的几天里，我又到 JPL 去见杰锐·所罗门和李密蒙。他们正在研究主油箱爆炸前几秒钟出现的火焰。由于 JPL 有高性能摄像机，所以他们挖出了很多细节。我把这些高清晰度照片带给肯尼迪中心的史蒂文森以加快分析工作。

一天，有位职员拿着报销单让我签名。单子上写着这样那样的开支。可我发现它们比我的实际支出要少。于是我说，“这不是我已经支付的数目。”

他说，“我知道，但按规定每人每天只能报销 75 美元的食宿。”

“那你们为什么把我安排在 90 美元一天的旅馆，然后只报

销 75 美元？”

“是啊，我也觉得不对头，可规定就这么着！”

我想起罗杰斯要把我安排在“好一点的”旅馆，难道他原来指的是让我自己多出钱吗？

政府请我们来花几个月的时间协助调查，(因此我无法替公司做咨询，已经受了经济损失)，就应该有点感谢的意思，而不该在报销上这么抠门。我们没有挣政府钱的意思，可政府也不该让我们亏钱呀！我说，“我不签字。”

罗杰斯过来保证说他会解决这个问题，我才签字。

他确实做了很大努力，但还是无济于事。我曾经想过要闹到底，可很快就意识到这是不可能的：要是我得了全报销，其他委员也要如此；这看上去还行，不过这就意味着我们这个委员会将是惟一得到全报销的，流言很快就会传出去。

在纽约有个讲法，“别跟市政厅打官司”，意思是“别做不可能的事”。这回可好，对方比市政厅可厉害多了。75 美元的报销标准是美国政府的规定！没准儿闹到底也会挺有趣的，可我已经不是年轻人了，已经体力不支了，还是算了吧。

后来有人告诉我他听说调查委员的工资是每天 1000 美元，可事实上，政府连我们的费用都没全报销。

在调查开始以后一个月，也就是三月份，我们终于分成小组工作了。艾其森为首的组调查发射前的活动；苏特的小组调查设计程序、加工、成品；库提那领导事故分析组；莱德主管计划与执行。

大部分时间我都在库提那组里工作，虽然我也算莱德组的成员，却没在那儿做什么事。

库提那组到阿拉巴马州的马歇尔航天中心进行调查。第一个工作是关于尤利安先生的报告。他是安全检查官，负责决定是否要加引爆摧毁装置。这个装置是为了在火箭失控时自动引爆，让它在空中炸成碎片，这样比整个火箭撞地爆炸要安全得多。

所有的无人驾驶火箭都有这样的装置。尤利安说从数据上看，127 个火箭中有 5 个失事，大概是 4%。由于有人驾驶飞机比无人驾驶飞机安全性要高，他把 4%除以 4，由此得到 1%左右的事故率。这个百分比已经要求安装引爆装置了。

可是，NASA 告诉他事故率是十万分之一。

我觉得这数字有点离谱，“你刚才说十万分之一？”

“是的，他们告诉我十万分之一。”

“这意味着，他们可以每天发射一次，连续三百年不出事故。这显然是不合常理的胡说八道！”

“是啊，”尤利安说，“我修正了我的算法，考虑了 NASA 意见，即有人驾驶飞机比无人驾驶飞机安全得多，可我的得数最好才能达到千分之一。因此，我始终坚持引爆装置是应该加上的。”

当时，一个新问题又出现了。飞船上的伽利略探针用的是核动力，它如果被引爆则会把放射性物质撒向很大的区域。于是，NASA 坚持说十万分之一，万利安坚持说千分之一。

尤利安还告诉我们他无法与主管人克斯布莱取得联系。每

次，他都只能和克斯布莱手下的人见面，却总也见不到克斯布莱本人。因此，他始终未能发现 NASA 的十万分之一究竟是怎么得到的。有一些细节现在我记不清了，但尤利安似乎是尽了他的一切可能。

我们还观看了 NASA 的密封圈试验，那是为了彻底弄清温度、压力对密封圈的影响。库提那从不轻易下结论，我们总是一遍又一遍地核对数据，直到所有的全都吻合才罢休。

关于飞船最后两秒钟状况的数据多得无法计数。我对它倒并不特别在乎。打个比方，一列火车出轨倾覆了，我们要决定哪节车厢先翻，哪节车厢接着翻，为什么有的向这边倒，有的向那边倒——这有什么意义呢？我有点厌烦了。

于是，我在脑子里做游戏：“假设还有其他的部件出了故障，比方说，主引擎吧，我怎样才能调查出安全措施的缺乏和信息交流的不足呢？”

我想还是老办法，先找工程师们了解引擎怎么运转，潜在危险是什么，他们以前遇到过什么问题，等等。待到我弄清楚所有这些，再追究是哪个家伙声称事故率是十万分之一的。

当我要求与引擎工程师会谈时，他们说，“没问题，明天早上九点钟如何？”

这回他们来了经理莱文赫，三个工程师，还有其他总共八九个人。每人都夹着一厚本资料，标题写着：“呈送调查员理查德·费曼之汇报 1986 年 3 月……”

我说，“天哪，你们一定忙碌了一夜吧？”

“没有，我们只是把平时的报告合订起来而已。”

我说，“我只是想和几个人谈谈，要研究的问题那么多，你们不用全呆在这儿等着我的。”

可这回，他们还是全留下了。

莱文赫先站起来，以 NASA 通用的方法（一大堆带有“子弹头”的图表）讲了许多。这些图表和我手里的大厚本上的一模一样。

细节不重要，反正我想了解引擎的全部资料，所以我和以前一样地问了许多傻乎乎的问题。

过了一会儿，莱文赫说，“费曼博士，两个小时过去了，我们才讲了 123 页中的 20 页。”

我本来想说，“别担心，时间不会太长的。我总是开头很慢，过了一会儿就快得多了。”可我转念有了另外的主意，“为了加快进程，让我告诉你们我的目标，即调查这儿是否也像助推火箭部门那样，工程师与管理人员互相信息不通。”

莱文赫急忙说，“不会的，其实我在做经理之前也是工程师。”

“好，”我说，“每人发一张纸，请回答这个问题——你认为由于引擎故障而导致发射失败的可能性是多少？”

他们把答卷交上来。其中一个人写了“99—^{44}/100%确保无疑”，那是象牙牌香皂的电视广告，也就是等于 0.5%。第二个人经过长长的推导和仔细的定义，也给出了大约 0.5%。第三个人写了 0.33%。

莱文赫的回答是这样的：

无法数量化，安全性由如下因素构成——

· 以往的经验

· 生产部门的质量管理

· 工程控制

我说，“好，四个答案交上来，其中一个含糊其词。”我转过头看着莱文赫，“你的回答含糊其词。”

“我不认为如此。”

“先生，你没有说明你的可信度究竟是多少。你讲的是如何来估算，可我想知道的是经过你的估算，结果是多少！”

“100％”，莱文赫说。工程师们大张着嘴，吃惊地瞪着他；我张大了嘴，瞪着他吃惊。

“呃，呃……100％再减去一个误差。”

“好，没问题。那么这个误差究竟是多少呢？”我问。

“十的负五次方。”他说。这正是尤利安先前告诉我的：十万分之一。

我把其他工程师的答案给他看，说，“瞧，在你们经理与工程师之间不仅有不同的意见，而且这个不同相差300倍！”

莱文赫说，“先生，我很愿意把所有的文件送给你，以便你弄清楚那个估算是怎么得到的。”

我说，“谢谢，让我们回过头来谈引擎吧。”果然如我所预计的，进程比以前快得多了。我必须懂得引擎（叶片的形状，如何转动，等等），才能研究可能出现的问题。

顺便提一下，莱文赫后来确实送来了那些报告，里面尽是

些模棱两可的空话。诸如，“发射成功率要求接近 100%”，这究竟是说“达到”了100%呢，还是“应该达到”100%呢？还有，“从历史上看，发射的成功造成了关于有人驾驶与无人驾驶两种方案的两种不同的观念，即数字统计与工程计算的差别……”在我看来，他们的“工程计算”和“凑数据”几乎是同意语。比如，他们把所有引擎叶片的安全系数都订为一个常数，难道这些形状各异、性能不同的叶片全都有一模一样的安全性？整篇文件都在订数据，连每个螺丝都有一个安全参数，“十的负七次方”。可是，从工程上讲，这么小的可能性已经超出了估算的范围。他们所有的数字都是为了把最终结果凑到“十万分之一”。

午饭后，工程师们谈及许多问题：氧泵的叶片有裂纹，氢泵的叶片有裂纹，等等。每次航天飞机回来，他们都用专门的显微镜检查。

其中一个问题叫做“准同步涡流”，叶片的磨损程度极大，噪音和震动都很吓人。但他们解决了这个问题。我记得总共大约有十来个问题，他们解决了一半。

一般的飞机设计都是“自下而上”，即以已有的、经过反复验证的部件为基础。航天飞机正相反，它是“自上而下”的，据说是为了省时间。但这种做法一旦出了问题，就要花很大的气力来克服。

莱文赫现在不作声了，其他的工程师活跃起来。就像在摩腾公司那样，我弄懂了很多，也对他们充满了敬意。他们都非

常直率诚实。最后，我们顺利地过完了所有的 120 页文件。

早先，我从格雷姆那儿听说过“4000 周的震动”。他从 NASA 的报告上念到“4000 周的震动在我们的许可范围之内……”，觉得很奇怪，于是开始追问。当他拿到资料一看，才知道问题严重，因为有些引擎的震动大到了无法使用的地步。格雷姆常用这个例子来说明要知道真情就非得亲自深挖下去。

于是，我提起了，“这时有时无的高频震动是怎么回事？”

一眨眼功夫，一叠文件便准备好了，而且正好放进我的文件夹。拿出来一看，全是关于“4000 周的震动”！

我通常比较保守，不轻易指责别人，不像电影里的那种人跳起来就骂对方腐败撒谎什么的。我愿意让他们按自己的方法做汇报，但我心里对那些花招是警惕十足的。我知道有一些东西，我不问他们是不会告诉我的。

这时，工程师们都兴奋起来了，因为做技术工作的人总是愿意和另一个懂技术的谈具体问题，希望得到建议。他们向我仔细地描述各个细节，很想解决它。

他们老是用一些复杂的专业词，“压力引起的速度谐振……”之类的。

我说，“啊，你指的不就是啸鸣吗？”

“是啊，倒真是和啸鸣的特征一样。”

原来，当气体高速地从一根管道冲出，然后被分向三个出口时，啸鸣就出现了。我们一起讨论了最好的办法。

当我离开那儿的时候，我有和上次在摩腾公司一样的感觉：管理部门再三压低安全标准，而技术人员一直在提出危险的警告。

在回家的飞机上，我用裹黄油的纸做了一个U型管并朝它吹气。很快，我就能吹出啸鸣的声音了。

在加州，我又收集了更多关于引擎的资料，还专门去了制造它的公司。调查委员会成员克威特是那家公司的顾问。加州理工学院的另一位教授也在替他们提供咨询。他懂得很多而且愿意帮忙，给了我许多有用的资料和他的看法。

在JPL有个人刚刚为NASA和国家航空局写了引擎的测试方法与标准的报告。我们谈了整整一天，讨论怎样最合理地估算安全系数。我学了不少新名词，诸如"韦布"，是一个数学上用来作图的东西；他说NASA的安全指标本来和国家航空局相同，但后来改了许多。

后来我发现，引擎由阿拉巴马的马歇尔中心设计，加州的公司制造，休斯顿的人写说明书，佛罗里达的人组装！这样的分散大概在经营上是个天才的主意，可把我却弄得稀里糊涂。在整个三、四月份，我往返穿梭于加州、阿拉巴马、休斯顿、佛罗里达和华盛顿之间，常常记不清究竟是在跟哪个部门的人讲话。

在这些独立的调查后，我想应该写一份总结。可当我再次翻开笔记本时，很多东西已经模糊不清了。于是，我写完了以后想再复查一遍。

我跑到马歇尔，告诉他们我想核实的地方。这回，只有上次的三个工程师来见我。技术问题很快就解决了。

当我准备离开的时候，其中一个对我说，"你还记得上次你

让我们把答案写在纸上的那个问题吗？我们觉得它后面藏着别的意思，这不公平。”

我说，“没错，你说得很对，那个问题是个陷阱，我预计到了答案是什么。”

“既然如此，我要改一下答案。我无法定量估算。”（这人是上次给出最详细解释的。）

我问，“可以，但你是否认为事故率小到十万分之一？”

“呃，不……呃……我不知道……我不想回答……”

另外一个人说，“我上次说的是三百分之一，今天我还说是这样。但我不想做进一步的解释。”

“没问题，你不需要。”我说。

在整个过程中，我以为调查委员们最后会聚在一起，互通情况，于是，我常常写一些简短的报告，及时转给其他人。我的报告包括测温组的工作，装配线的情况，那张写有“冲将上去”的纸条，等等。它们都送到艾尔·科尔手中，由他转给其他人。

这次，我也同样写了关于经理与工程师缺乏沟通的报告。但这回我体力消耗极大，疲乏不堪，所以报告不像从前那么严谨小心。因为反正是给委员们看的，我也懒得润色，只是在末尾加了一句“委员们大概会对此感兴趣，随便你怎么处理，结尾的地方用词可能过于强烈了。”

他向我道谢，并说他会把报告转给委员们。

然后，我去强森中心调查航行控制。沙利·莱德在那儿调查宇航员的经验与安全的关系。她把我介绍给软件工程师们，他们带我参观了训练中心。

那里条件真是很不错。各种复杂程度的训练设备给宇航员练习不同的步骤。其中一个和实物别无二致：你要从窗口爬进去，计算机控制着图像的变化；你按各种键钮时，窗外的图像也跟着变化。

这个模拟器除了训练宇航员之外还有另一个用处，即试验

计算机的工作状况。无数的电缆连结着模拟器和其他部分，收取来自引擎的数据：压力、流量，等等。人们还能测量信号的相互干扰。

航天飞机基本上是由计算机控制的。一旦点火升空，由于巨大的加速度，里边的宇航员是做不了什么的。当航天飞机上升到一定的高度，计算机把引擎的速度调低；过了一会儿，空气变稀薄了，计算机又把引擎速度调高。固体火箭脱离后不久，主油箱自动脱开……这一切全由计算机控制，舱内的宇航员一点都不参与。

由于计算机的存储不足以容纳整个飞行的程序，宇航员在飞机进入轨道之后要把先前的程序拿出来，再把下一步程序装上去，这样的装上装下在整个飞行中有六次之多。最后一次装上的当然是着陆程序。

飞机上有四个计算机，同时运行着一样的程序。一般情况下，它们都达到一致的结果。如果其中一个不一致，飞行还照常进行；但如果有两个不一致，飞行就会被终止。

为了更安全，还有第五个计算机设在完全不同的地方，有完全不同的线路。它只有起飞和降落的程序。在其他四个出故障时，它可以保证飞机安全归来。在诸多飞行中，还从来没有启用过这第五号计算机。

最具戏剧性的要算着陆了。宇航员得知降落地点后便在标有“艾德花”，“白沙”，“肯尼迪”的三个按钮中选一个正确的按下，飞机的自动导航系统就知道该去哪个机场了。减速火箭把飞机的航速降下来，让它以合适的角度进入大气层。这时候

挺危险的，整个飞机都因大气摩擦而急剧升温。

由于这一连串的变化都发生在瞬息之间，宇航员根本无法操作，非依赖全自动的控制不可。当飞机降到三万五千英尺时，速度已经小于音速，人工操作才有可能。到了四千英尺，才有一个非自动的操作程序——宇航员手动放下起落架。

我觉得这是极愚蠢的心理。在常人眼里，宇航员都是大英雄，驾驶着飞船遨游太空，怎么也想不到他们其实坐在那儿一个指头都不用动。所以，他们设计了由宇航员手动操作起落架，这样给人一种还是宇航员的操纵的感觉。

软件工程师很赞成我的想法，即起落架的自动操作比人工操作要安全得多，因为万一驾驶员由于某种原因神志不清了呢。而且，他们还补充说起落架放下的时间也是至关重要的。

另外一个办法是让地面指挥人员发出放起落架的信号。但这也有危险：如果驾驶员觉得该放了，而地面人员认为时间未到，两边不就打架了么？所以，最好还是干脆让计算机全管了。

以前，驾驶员还要控制刹车。这里又有不少麻烦：如果一开始刹得太狠，闸皮就会损耗太多，而到了跑道终点最后制动时，却没有足够的闸皮了，可飞机还在滑行！软件工程师们设计出了程序来解决这个问题，驾驶员一开始反对，但很快就喜欢上了全自动的控制办法。

尽管强森公司的人设计了出色的程序，航天飞机上的计算机却陈旧不堪，老到了连计算机公司都停止生产的地步。它们的存储量小得可怜。同时，计算机工业正在突飞猛进，芯片越

做越小，功能和可靠性越来越高，还有内设的纠错系统。以这样的新机器，我们可以设计出强得多的控制系统。

但是，旧的设计产品已经用了巨大的投资，再换新的会花另一笔巨额费用。

我还了解到他们设计的方法。他们先分成小组各自设计局部程序，然后把这些部分拼接起来，形成一个巨大的总程序，交给另一个独立的试验组去验证。

在所有的小组都满意了之后，必须有一次全飞行过程的模拟。他们的原则是只要有任何的偏差就算失败，好像宇航员真的在飞机上。

这么多年来，他们只有过六次模拟失败，没有过任何实际操作失误。

看来计算机人员对工作是一丝不苟的，他们知道程序控制是多么重要，因此非常认真。他们工作的难度是很大的：所有的东西都瞬息万变，而他们的程序要对这些变量做瞬时反应，而且不能有任何偏差。我觉得他们的工作是一流的，只是由于硬件的陈旧才拉了后腿。他们的经理和工程师们的交流也很充分及时。我把这些评价告诉他们。

其中一个人喃喃地说，“NASA 的高级官员想要减少测验次数来节省开支，他们总是说，反正你们的试验总是通过，干吗还要做那么多次！”

在离开休斯顿前，我偷偷地接着调查当初白宫是否对 NASA 施加过压力，要求航天飞机起飞。休斯顿是信息交流中心，于

是我找到了专管转电话的部门。我把在佛罗里达用过的办法又重复了一遍，他们对我很友好合作，我发现，从这儿要接通航天飞机和白宫或国会只要三分钟——不是三个月，也不是三天、三小时——而是三分钟！也就是说，他们用不着任何书面报告。这可是笔查不清的账。

后来，我有一次问一个记者，“你要是来做这个调查，会怎么做呢？”

他说，“我去问那些管转电话的人，其实我已经问过了，得不到什么。”

四月中，在马歇尔的库提那接到了 NASA 的报告和对试验结果的解释。但我们决定按我们的想法重新写。

库提那花了整整两天准备好了一切，我们正要开始，罗杰斯传了一道指令，“你们不应该在那儿写报告，回到华盛顿来。”

于是我们回到了华盛顿。库提那为我在国防部五角大楼找了间办公室，可由于没有秘书，我的进展慢得很。

格雷姆总是帮忙得很，所以我向他求援。他马上替我找了一个办公室。因为原主人出差，我正好可以请他的秘书协助。她非常强干，能以和我的语速相当的速度打字，然后很快进行整理、纠错、最后成篇。我们俩苦干三天，把报告的轮廓和大部分内容完成了。

阿姆斯特朗也在我们组，他尤其擅长写作。每回，他只要稍稍一念我们的报告，马上能指出错漏之处，而且几乎每回他都是对的。我真是佩服之至。

总报告由各小组写的部分汇集而成。我们组负责第三章“事故现象”的一部分和第四章“事故原因”的全部。这种方法的一大弊病是各组之间无法交流，我们从来没有坐下来仔细探讨各自的发现和想法。我们只是埋头于各自的工作，修改字句，整理报告。可真正深入的讨论却没有安排上日程。

举个例子吧，一个人问，“关于引擎是应该这么写呢，还是那么写呢……？”

我试图引导大家进行讨论，“从我的调查，引擎的安全并不如你写的那么好……”

他们于是说，“那好，我们就把调子降低一点儿，这么写吧……”然后又讨论下一个句子。这样的工作方法对于赶出个报告来着实有效，可对于分析理解事理却毫无用处。

时不时地，我们还要停下来讨论诸如封面该用什么颜色之类的问题。而在每回讨论之后的举手表决里，我永远是在被否决的少数票之中！

一天，我和莱德讨论一个在我先前报告中提出的问题。她看上去完全莫名其妙。我问，“你看过我的报告么？”

她说，“我根本就没接到过呀！”

我跑到科尔的办公室，说，“莱德没接到过我的报告呢！”

科尔显得很吃惊，转过去对秘书说，“请赶紧把费曼博士的报告复印一份送交莱德博士！”

可后来我又发现艾其森也没有收到我的报告。

“请赶紧把费曼博士的报告复印一份送交艾其森！”

我终于明白过来了，说，“科尔先生，所有的委员都没收到过。”

科尔对秘书说，“请赶紧把费曼博士的报告复印一份送交所有的委员！”

我忍不住说，“我很感谢你替我们管了这么多事，而且能理解你不可能面面俱到，可上次你告诉我报告已经发下去了呀？”

“呃，我指的是我办公室的人……”

我后来发现，其实连他办公室的人也没有看过我的报告。

当委员们读了我的报告之后，他们都认为写得很好，而且应该放到总报告的某一部分。

在他们的鼓励下，我不断地提及，“能否安排个时间来讨论我的报告？”

“下个星期我们可以开个会”是永远不变的回答。（与此同时，我们老是在斟酌字眼，或是投票决定封面该用什么颜色。）

后来我意识到我的报告用词太直率而缺乏圆润。于是一个朋友建议把它列为附件，这样我可以不用修词改句来凑总报告的风格。

一些委员很强烈地主张我的报告一定要进入总报告的主要部分，他们的理由是，“附件会延迟几个月发表，所以人们会早就失去兴趣了。”

我考虑了一下，还是妥协了，就让它加在附件里好了。

一关刚过，新问题又来了。我的报告是用 IBM 的文字处理系统写的，而总报告却是用的另外一种系统。于是我花了不少气力找到了一个人做转换工作。数天之后，我问他完成了没有，

他说他把原稿丢了。我又给了他一份。

几天以后，我写完了数据分析部分，让他加到报告中去。后来我发现最后的文件里没有这一部分，便问他是怎么回事。

“找不到了……”他说。我记不清细节了，反正我的报告总是缺这少那。当然这些或许是偶合，不过类似的毛病实在多得有点离谱。

最后几天，科尔突然说我的报告虽然是附件，也要修改字句。我把它送给汉森，他是个很能干的人，既修改了字词，又保留了原意。这时，报告已经是第 23 稿了！

我们的每个文件都有 23 稿。计算机本来应该让效率提高，可事实上正相反——原来我们最多写三稿，现在呢，23 稿！

第二天，我看见科尔在对我的报告动大手术，红笔哗哗地又划圈又打大叉。他说，“呃……这部分……那部分……都可以去掉……在总报告里有过了……”

我试图向他解释，这个文件自有它的逻辑，有些东西不能因为总报告里有了就省略；更何况，既然是附件，有点重复又怎么样了呢？

他接受了我的一些建议，但还是删去了许多，以致最后的文件和我的原文相去甚远。

第十条建议

最后几个会议中的一次，我们开始讨论该提出什么建议。一个人说，“或许我们应该议论一下建立安全监督委员会的事。”

“好啊，”大家说。

“谢天谢地，最后我们终于要坐下来讨论了！”我想。

可最后讨论并没有真正进行，所有的议题都停留在表面，诸如，“我们建议应该建立安全监督委员会”，“应该……如此”，“应该……那般”。而且讨论常集中在哪条该放在哪条之前这样无聊的问题上。

我觉得许多问题值得深入探讨。比如，在安全监督委员会这件事上，就该问一下“这究竟能起实际作用，还是只不过又加了一层官僚机构？”

安全监督委员会一直就有，是在 1967 年“阿波罗”号出问题之后成立的。开始它工作得挺有效，后来就越来越不起实际作用。

因此，我们应该认真研究它为什么失效；否则，新机构照样会重蹈覆辙，而我们的建议不过是空话一句。可我们并没有深入踏实地研究，相反，我们建议设立新机构，还给它们起各种好听的名字，什么“助推火箭设计评审监察委员会”啦，“航天飞机运送安全顾问处”啦，“安全性、可靠性，及质量保证办

公室”啦……五花八门。如果不调查清楚以往的那些机构为什么没有起到作用，凭什么我们设立的机构就会成功呢？为什么不把以前的机构加以整顿，让它们重新发挥作用呢？

这些问题都需要认真深入的研究，而我们并没有坐下来仔细推敲。相反，我们急于做许多建议。依我看，这些急赶出来的建议多半缺乏实际意义。

所以，整个委员会就埋头于这些建议及如何把它们整理成文，然后投票表决。我对此很不习惯，老觉得背后有人在操纵，而不是我们在主管。

甭管怎么说吧，在最后一次会议上，我们通过了九条建议。随后，大多数委员都回家了。因为我要去一下纽约，所以在华盛顿多呆了两天。

第二天，我碰巧在罗杰斯办公室，他说，“我觉得要再加一条建议，即第十条……现在的报告讲负面的东西太多了，我们该加上点儿正面的才显得平衡。”

他给我看了一张纸，上边写着：

> 我们强烈建议 NASA 应该继续受到政府及全国的支持，因为它在开发空间的工作中起了关键的作用。而且，它是科技的带头人，也是美国的骄傲。委员会祝贺 NASA 以往的成就，并预祝新的业绩更辉煌。本报告旨在为 NASA 未来的成功服务，因为那是举国期待的新世纪的象征。

在整整四个月的工作中，我们从未讨论过这些政策性的问题。我觉得那些词句似是而非，于是说，“这第十项建议不是很恰当。”

旁边的阿姆斯特朗说，“既然有人不同意，那还是别加了吧！”

罗杰斯不停地想要说服我，我们来来回回争辩了一会儿，直到我要赶飞机了。

在飞机上，我又仔细想了想这件事。到了纽约的住处，我把自己的想法逐条写下，在结尾我加了，“这第十条建议让我想起 NASA 的飞行报告——‘问题极其严重，不过没关系，照常飞行！’”

那是个周六，我想要让罗杰斯马上看到这封信，所以我打电话给他的秘书。那时，许多人都每周工作七天，赶着完成报告。他的秘书也在办公室。我说，“可以请你听写一封信吗？”

“当然啦，为了节省开支，我马上给你打回去！”于是，她把我的信听写下来，交给了罗杰斯。

周一，我回到华盛顿，罗杰斯对我说，“费曼博士，你的信我看了，我全都同意。不过，投票结果你在少数一边。”

“我们根本没开会，哪儿有什么投票？”

在旁边的科尔插话，“我们给委员们打了电话，他们都同意的。”

“这可不公平！”我抗议道，“如果我有机会向大家解释，我的意见绝不会被否决！”当时，我气得都不知道说什么好了，“我要把这记录在案。”

当我从复印室回来时，科尔说，“噢，对了，我们找不到郝兹，他大概在开会，所以他没投票。”

后来我发现郝兹就在旁边的会议室里。

我找到了艾其森，告诉他这些情况，他说，“咳，这些话都是不痛不痒的，只不过是安抚人心罢了。其实什么都没讲。”

我说，“既然什么都没讲，为什么还要它呢？”

“如果是科学院的报告，你的方式很得当；可这次是总统特别委员会，所以总要为总统说几句话吧！”他说。

“我不明白！难道给总统的报告就不用小心谨慎了吗？”

艾其森还是坚持我是在无事生非，我坚持说这种不严谨的东西减弱了报告的份量。最终结果是他们把它加了上去。

在回家的飞机上，我想，“真奇怪！其实报告中最平衡公正的就算我的那部分了。我既批评了不足，又赞扬了成绩。而我倒要费死劲才好坏把它加到附件里！我们大多数的建议都以事实数据为基础，惟独那废话连篇的第十项建议没有任何依据。那绝对是个错误！”我心里很恼火。

回到家后，我把所有这些告诉了我妹妹乔安。

“你有没有自己给委员们打电话呢？”她问。

“呃，我和艾其森讲过，他不同意我。”

“其他人呢？”

“没呢。”于是我拿起电话给三个委员打过去，这里就叫他们 A、B、C 吧。我问 A，A 说，“什么第十项建议，没听说过呀！”

我问 B，B 说，“你在讲什么哪！我一点儿都不知道！”

我问 C，C 说，“你这大傻瓜，那天罗杰斯跟你讨论时，我已经表明我不赞成那个第十项建议了！”

最后我发现只有那天在罗杰斯办公室的人才知道这第十项建议。

然后，我又和乔安谈起了我的报告被删得面目全非之后才得以挂在附件里。乔安问道，“他们这样对待你的报告，那你，作为调查委员，究竟完成了什么？！你工作的结果在哪儿呢？！”

“啊哈！明白了！”

我马上给罗杰斯送了一个电报：

> 我将不在最终报告里签名，除非如下两个条件得以满足：1）没有第十项建议，2）我的报告以不经任何修改的 23 号版本出现在报告中。

（这时，我明白每个细节都要定义得十分清楚）。于是，我让管编纂的郝兹把 23 号版本寄给我。实在不行的话，我可以自己发表它。

结果，罗杰斯和科尔来和我商量妥协，他们让库提那做中介人，因为他们知道库提那与我私交甚好——但他们根本不明白我俩为什么成了好朋友。

库提那说，“嘿，教授！我觉得你做得挺对的，不过呢，我被委派了这个任务。所以我把他们的条件告诉你。”

“尽管讲来！我是不会让步的，你讲好了。”

第一条是，如果我不接受那个第十项建议，他们也不会接受我的报告。对此我一点也不害怕，因为我完全可以自行发表我的报告。

所有的条件都差不多如此，没什么道理，也打不动我。这回我仔细想过了，所以只管坚持己见。

最后，库提那提议全盘接受我的报告，只去掉结尾的一句话。我读了一下，发现那句话其实是多余的，因为在前边已经讲过了。我于是接受了这个妥协。

然后，我就第十项建议也提出了个妥协，“如果你们要替NASA说几句好话，别把它和其他的建议混在一起，弄得读者误以为它们都具有同样的严肃性。你们可以换个名字，叫个什么：‘卷终思绪’之类的还行。对了，别用‘强烈建议’这个词，改成‘提请’。其他的可以不变。”

过了一会儿，科尔打来电话，“可以用‘强烈提请’吗？”

“不，最多是‘提请’！”

“好吧。”这便是最后的决定。

事情终于解决了，我在报告上签了字，我的报告也以原样加到了附件里。六月的一个周二，在白宫的玫瑰花园里举行了一个庆祝仪式，我们把报告交给了里根总统。那个报告将由总统先看，然后在下周一向全国公布。

这下可好，新闻界像发了疯似的拚命想挖出些东西来，他们都想抢先报道。我知道他们会成天给我打电话，所以我要非常小心，以免泄漏情况。

记者非常聪明，而且缠人厉害得很。比如，他们会问，“我们听说……如此……这般……这是真的吗？”你要是不小心的话，不知不觉就被他们套出来了，第二天所有的报纸上都登着你并不想告诉他们的信息。

我下定决心，在报告向全国公布之前决不说一个字。一个朋友替美国广播公司的“麦克尼尔—里尔”晚间新闻与我联系，我说可以安排在下周一晚上。

我还让我的秘书在下周二安排一个记者招待会，在加州理工学院内举行。我对秘书说，“告诉记者，对他们的所有问题，现在我没有任何回答。不过，下周二我会很愿意详细地和他们讨论任何问题。”



图 18　里根总统在玫瑰花园接受调查委员会的报告
左起：库提那、罗杰斯、克弗特、里根、阿姆斯特朗、费曼

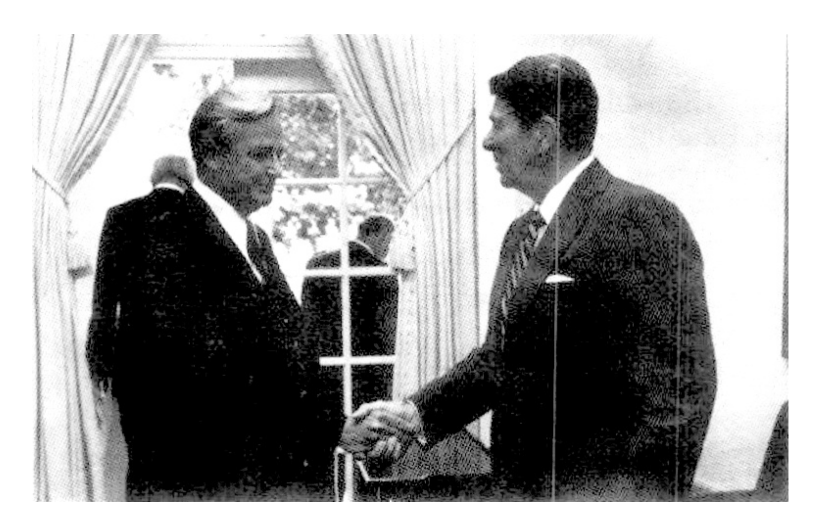


图 19　招待宴会

在那几天里，不知怎么搞的，关于我差一点拒绝在报告上签名的故事被泄漏出去了。起先是迈阿密的报纸，后来所有的报纸都报道了我与罗杰斯的争执。这些习惯于华盛顿风气的记者听到“费曼博士现在无可奉告，下周二的记者招待会上他会解答你们的问题”，便以为有好戏可看，以为我会把争执的内容公开。

可我对这些并不知晓，我有意把自己与新闻界隔开，连报纸都不看。

周日晚上，罗杰斯开了一个欢送会。用完餐后，我对库提那说，“我有很重要的事，先走了。”

“什么事如此重要？”他问。

我没有回答。

他和我一起走出来，好奇地想看看究竟什么是这个“重要的事”。他看见的是路边停着一辆大红色的敞篷跑车，里边两个金发碧眼的美女正等着把我带走呢！

我上了车。库提那在一边挠头，琢磨不出个所以然。这时，其中一个女孩向库提那打招呼，“嗨，将军！我就是某某，上次在电话上采访过你的。”

库提那这才恍然大悟，原来她们是“麦克尼尔—里尔”节目的记者。

她们都非常友善，帮我准备第二天的电视节目。在这个过程里，不知怎地我们谈起我于周二将在加州理工学院召开自己的记者招待会，会上我要发布我的报告，因为在总报告里的附件要延迟好几个月才能出。她们说这些听上去蛮有意思的，问

能否看一下我的报告。那时，我们已经混得很熟，我没在意地给了她们一份复印件。

她们把我送回我堂妹弗兰西斯家。我与她谈起晚上的活动，以及记者有我报告复印本的事，弗兰西斯双手放在额头上，下巴掉下，她难以想象我做这种傻事。

我说，“糟糕，真是糟糕！我赶紧给她们打电话，让她们别用这条新闻。”

弗兰西斯摇了摇头，意思是为时晚矣。

我对她们讲，“对不起，是我的错，我不该给你们的，请不要发表它。”

“费曼博士，我们是新闻界，惟一的目的就是抓新闻。你的报告有很强的新闻价值，如果不用的话是完全违反我们的职业准则的。”

“我知道，但我对这些事非常幼稚无知，是我的错。你们抢先发表的话，对那些来参加我的记者招待会的人可就太不公平了。换了你，你会乐意不远万里专门来采访，然后得知出于疏忽，新闻已经漏出去了吗？这你还是可以理解的吧。”

“我们商量一下再给你打回去。”

两小时后，她们一起打回来，力图解释她们的理由，“在新闻界，像我们得到的这种东西，按惯例是一定要发的。”

“我明白新闻界有自己的惯例，但我先前并不知道。作为对我的特殊照顾，请不要发表。”

我们这样来来回回了半天，结果又是一个“再给你打回去”，又过了很久。从等候时间之长，我可以猜到她们一定是为难之

极。

我倒情绪不错。反正事情已经办砸了，背水一战，倒容易集中精神。而且，我平时一贯的态度就是总不怕承认自己是个傻瓜办错事，这回也一样。不过，那并不等于我就不该坚持立场，所以我毫不让步。

大概到了晚上一二点钟，我们还在谈判。“费曼博士，给出新闻再收回是绝对不符合职业惯例的，华盛顿的人可从来不这么做。”

“很明显，我压根儿就不是华盛顿人。我总是这样傻傻的，这回完全是我的错，但请你们不要发表它。”

在冗长的谈判中，她们中的一个问，“如果我们发表了你的报告，这是否意味着你会拒绝参加明天的电视节目？”

“嘿，这可是你自己说出来的。”

“我们商量一下给你打回去。”

又是好长的一段等待。

其实，我还没想到要这样威胁，因为我一直觉得事情可以通过好好商量来解决。而且，我还怕那样威胁不合情理。不过，当她们提出，我回答“这可是你自己说出来的”时候，情形就好像是我在说，“宝贝儿，我用不着明着威胁你，你好好琢磨琢磨吧！”

最终，她们决定不抢先发表我的报告。

第二天在电视上，里尔先生的问题并没有基于我报告的内容。他倒是问了我和罗杰斯是否有争执，我含糊其词地说没有。

电视完了以后，那两位记者说虽然没有我的报告，节目还是很成功。我们很愉快地道别。

我飞回加州，第二天举行了记者招待会。一些人对我的报告感兴趣，而大多数人关心的则是关于我拒绝在报告上签名的传闻。我只好一遍遍地重复我和罗杰斯并无私怨。

事后的思索

现在，我有时间细想一下，觉得其实我还是挺喜欢罗杰斯的，整个工作也是很成功的。罗杰斯是个好人，我在调查工作的过程中慢慢体会到他的才干，并越来越佩服。他有一种非常圆熟老练的态度，使我反倒觉得一种可能性——他能“操纵”让我喜欢他。当然，这只是我心里的一个小问号，远到不了怀疑的程度。我更愿意假设他是真的大好人，他表现出来的和内心是一致的。不过，我在华盛顿的经历使我意识到，凭我这种简单老实的头脑是摸不透他们的。

我也不知道罗杰斯究竟怎么看我。他给我的印象是，尽管我折腾了这么多麻烦，他还是很喜欢我。我希望我们互相的尊重喜爱都是真的。

说句公道话，让身为律师的罗杰斯管这种技术性的调查，实在是免为其难。在科尔的协助下，技术性的那部分做得不错。但我心里总留有一些疑团，特别是对 NASA 的一些大头目。

每次问到高级经理，他们总是说下边的人没有把问题反映上来。后来“伊朗门”事件也有同样的情形，可当时我是第一次碰到。这里只有两种可能：要么他们渎职忽略了应该知道的东西，要么他们完全在撒谎。

当我们得知穆勒先生对摩腾公司施加压力催促起飞的时候，NASA 一次又一次地否认他们对此有所知晓。在我想来，穆勒应该向上面反映，“这儿的人对明天是否起飞有不同的意见，我倾向起飞，你们怎么看？”可事实上，他说的是，“没什么问题，按原计划进行。”这里面一定有某种原因，使得下级总不向上级汇报问题。

我琢磨出一个可能。尽管好几个朋友听了都认为讲不通，但我记不清他们的反驳意见了，所以我不妨讲给你们听。

为什么 NASA 会有这么严重的信息阻滞？

当 NASA 一开始要登月时，这个宏伟的目标使得所有的工作人员都极度兴奋。他们并不知道这目标能否达到，但每个人都全力投入，大家通力合作。

我在制造原子弹的“曼哈顿计划”里有过同样的经历。紧张和压力使得所有的人齐心协力。比如，引爆装置出了毛病，每个人都知道必须解决这个问题——没了它，原子弹不可能爆炸。于是，大伙想出各种点子。当问题最终得以解决时，大家都欢欣鼓舞。

NASA 初建立的时候，一定也是那样——每个人都关心周围人的工作，因为任何疏忽都会导致登月计划的失败。

可是，登月成功之后，NASA 突然发现自己早已变成了一个庞大的组织，机构遍布全国各地。在刚刚有了登月这样的辉煌业绩后，怎么可能解散 NASA，把这些有功之臣遣散回家呢？于是，就有了一个大问题：下一步怎么办？

NASA 必须让国会相信，有一个巨大的工程，必须而且只有 NASA 才能完成。在这样的时候，他们不得不夸大其词（现在看来他们的确那样做了）:他们夸大说航天飞机能省多少多少钱，能重复起飞多少次；他们夸大飞行的安全性；他们也夸大这样的飞行能带来多少重大的科学发现。他们说，“只要花这点钱，我们一定能办到！”

同时，下面的工程师们却在叫，“不！我们办不到！用这么点经费是不可能保证那么多次飞行的安全的，因为这意味着我们要卡掉许多必要的检验。”

不过，去国会打交道的人根本不想知道这些。原因很简单：如果他们知道了这些而还要按原计划向国会报告，那他们就犯了蒙骗国会的大罪！于是，最好的出路就是压根儿对问题不知不晓。用不了多久，这种“对下面的问题最好不知道”的态度蔓延开来，层层报喜不报忧。这就是为什么当有人报告，“密封圈的问题不解决，飞行就应该停止”的时候，主管人员会采取置若罔闻的态度——“我不想知道这些问题”，“飞行可以继续，否则影响不好”。

他们大概不会明明白白地申明，“别向我汇报问题。”但他们可以不鼓励对话，这样的结果是一样的。问题的关键不在于条文规定上写的什么，而在于当一个人向他的上级反映问题时，得到的是鼓励赞许还是冷冰冰的面孔。如果他得到的是“快告诉我更多的情况”或“能不能试这些……那些……”，他会积极性上升；相反，如果回答是“你自己看着办吧”，用不了几次，

他就会泄气地想，“见鬼去吧，关我什么事!”

这便是我的推论；上层的夸张不实与基层的实际状况无法调和，信息交流受到阻碍甚至中断，最终导致高层的管理人员对下边的情况极不熟悉。

另外一种可能是高层人员实际上心里明白，只不过扯谎而已。

我曾经试图找一位 NASA 的前官员。他现在任加州一家公司的主管。我回加州看望家人时，想找他聊聊。我想问他，“他们都说不了解情况，你觉得这可能吗？这种事怎么调查呢？

他一直没回我的电话。不知他是不愿意理会调查委员呢，还是在 NASA 受够了，不愿意再牵扯上，或是其他原因。我呢，也忙于其他事，所以没有追踪下去。

好多事最后都没查清楚，比如，NASA 前任主任伯格斯因其他的事受审查，职务也被暂时撤销了，由格雷姆替代。但是，在发射“挑战者”之前，伯格斯每天都去他的办公室，还有许多人找他汇报工作，而他却从不和格雷姆交流情况。我要问，他在那儿究竟做什么，是否还在操纵部下？

我几次提请罗杰斯调查这类可疑的事，我说，“咱们委员会里有律师，有经理，有各种背景经历的人。他们知道如何让一个不愿合作的人讲出真情，我就对此一窍不通。比如，他们告诉我失事的机会是十万分之一，我明白这一定是胡扯，却没想到这类问题在官僚机构中屡见不鲜。我们应该把最大的家伙找来查一查，就像我们审查中层经理似的。”

罗杰斯说，“我同意。”过了一阵，他告诉我，他给那些大头目们发了信，但他们都说没什么可谈的。”

另外一个问题是当时白宫是否对 NASA 施加了压力。

让中学教师麦考利夫在“挑战者号”上当宇航员是里根总统的主意，意图是要象征国家对教育的重视。里根是在“挑战者”失事前一年的国会讲演上提出它的，如果在第二年的国会讲演时，麦考利夫能从航天飞机上打招呼，那该是多么地给里根长情绪！所以，看上去很有可能白宫从中做了什么手脚。

我调查了很多人，问了很多问题，最终结论是白宫是清白的。

当时，压着摩腾公司同意起飞的穆勒只是个中层经理。假如白宫要告诉 NASA“总统要你们保证明天起飞”的话，那么这道命令必须层层下传，直到至少与穆勒同级的人都知道。这样，就会有许多人知道它。但我的调查结果并非如此。

经过这几个月，我慢慢明白了华盛顿和 NASA 这种机构的风格。我从亲身经历中学到，他们不用明白的指令就能默契地知道该做什么。

在航天飞机这件事上，NASA 一直就面对着巨大的压力，要不断地证明 NASA 的能力和成就。至于里根总统要在国会讲演的时限，应该说是次要的问题了。NASA 总是要拚命让航天飞机按时升空的。

最近我和不少朋友谈了我在调查委员会的情况，也明白了

一些以前不懂的事，其中一件是当初为什么第一次见面就把科尔惹恼了。这是因为我向一个在华盛顿工作很久的朋友问了同样的问题，现在我意识到，这种问法很容易被误解成有意侮辱别人。

在我熟悉的科学研究领域，成功的惟一办法是抛开所有个人的主观臆断，客观地非常严谨细致地看待一切。如果你有个理论，那你必须同时讲清楚它的成功和不足。因此，科学研究有一种内在的诚实。

在其他领域，情况就不同了。比如经商吧，你看见的所有商业广告都或多或少地被加工伪饰以引诱顾客上钩：或夸大其词，或用含混不清的词藻，或把重要的，但他们不愿意你知道的东西用极小的字号印在某个难以阅读的角落。谁都明白广告讲的绝不会是老实公正的话。所以，在推销业，总的来说是没有诚实可言的。

我的父亲有科学家的严谨和诚实，他却是个推销员。我有一次问他，“一个诚实的人怎么做推销员呢？”

他说，“老实讲，我这行里大多数人是不诚实的，他们觉得那是推销的诀窍。但我试图保持诚实，因为我认为这是对的。而且，诚实有时也有好处。一些顾客最终会意识到我不像其他人那样行骗，他们很看重这条，于是和我建立了长期的业务联系。”

我父亲是个中等大小的制服公司的经理，做得不错，但算不上极其成功。

每次我看到国会议员就某个问题发表意见，我总禁不住怀

疑那是他的真实想法呢，还是经过剪裁以讨好选民的。这似乎对所有的政治家都是个问题。所以，我常常好奇地想，一个诚实的人怎么在华盛顿做事呢？

那天，科尔自我介绍说他是物理学的博士。我当然以为物理领域的人都是诚实的（大概又是太幼稚了），所以我马上问他我常想的那个问题："一个诚实的人怎么在华盛顿做事呢？"

这问题很容易被误解成另外一个意思："你在华盛顿做事，所以你一定是个不诚实的家伙！"

还有件事——关于温度对O-环密封圈性能的影响，我也到后来才明白过来。当时，库提那打电话告诉我，"早上我修理汽车喷油器，想起个问题，温度会不会影响密封圈的性能？"

现在我知道，NASA的一个宇航员向他提起密封圈有问题，在低温下会失去弹性。但库提那为难的是用什么办法既能把这重要情况揭露出来，又不提及那位宇航员的名字，因为他还要继续在NASA工作很久，这才是他修车时真正在想的问题！库提那巧妙地让我这书呆子注意到密封圈，而且追踪下去。他的计划如愿以偿。

在估算航天飞机出事故可能性时，各部门给出的数字天差地别：从工程师们的 1%，到管理人员的 0.001%。如果出事故的可能性是 0.001%，这意味着航天飞机可以每天起飞降落，连续 300 年也不会出故障。我们不禁要问，“这过分乐观的估算从何而来？”

我们发现 NASA 的安全标准逐年降低，特别有一个现象：某种危险的技术问题只要在第一次没引起大失败，那么在以后诸次便被认为是无关紧要的。因此，没有严肃深入的研究改进，也没有顾及安全而发出的延迟起飞的要求。

关于固体助推火箭

固体助推火箭的安全性是从以往的火箭事故率推算的。在 2900 次飞行里，121 次出现过失败，机会是 4%。其中不少问题经过研究被解决了，这样，上面的数字可以降到 2%。再加上特别高要求的选材和监督，1%是个比较合理的估计。

但是 NASA 的估计要乐观 1000 倍。他们的说法是，“因为航天飞机是有人驾驶的飞行器，成功率应该是 100%……”这是模棱两可的说法——他们究竟是说安全性已经达到了 100

%，还是应该向 100%的方向努力？在 1985 年 2 月 15 日的 JSC 报告中，NASA 声称，“从这几次的成功看，一个全新的观念产生了，即有人驾驶比无人驾驶更安全。”我们认为这些讲法没有根据。因为要达到 0.001%这样小的数字，这意味着在无数的实验中，每一次都必须是成功。但事实并非如此。NASA 的实验记录显示，许多场合出现过严重问题和失败，因此真实的事故率比 0.001%要高得多。

面对这些技术难题，NASA 没有去研究解决它们，而是自欺欺人。他们总是引用前几次飞行没有出大事故这——事实，试图证明以前没有发生的灾难今后也不会发生。在密封圈被侵蚀的现象已经被记录在案的情况下，他们非但没有予以注意，反倒做出了一个令人吃惊的论断，“因为仅有 1/3 的密封圈有损坏现象，所以我们有 3 倍的安全系数。”这完全是违反科学逻辑的。比如，一座桥有三个桥墩，其中一个塌掉了，另外两个没有塌掉，我们是认为这 1/3 的失败率意味着桥有 3 倍的安全系数呢，还是认为桥的设计根本是个失败？正确的答案显然是后者，因为三个桥墩只要有一个塌方，整个桥就完蛋了。密封圈确实只有 1/3 的机会出事故，但这应该被解释为 33.3%的事故可能性，而不是 3 倍的安全性！

再者，以前密封圈有损坏但没有造成灾难的事实并不意味着问题不致命。前几次的侥幸，是因为各次的损坏都没有达到泄漏的程度；如果某次的损坏碰巧达到了泄漏的地步，那么灾难绝对在劫难逃。由于我们没有研究清楚密封圈材料的物理化学性质，所以它在特定的一次飞行中究竟是否会损坏到泄漏的

程度便是一个悬而未决的疑团。事实上，“挑战者”的失事不就是最好的证明么?

当他们观察到了密封圈的侵蚀而没有弄清楚机理的时候，MASA 本没有资格做出乐观无比的承诺说安全要求完全达到了，但他们自欺欺人地这样做了。

关于主引擎

在“挑战者号”失事的那次飞行中，主引擎没有任何故障。但我问这样的问题：假设我们以同样追根究底的办法去检查，会不会发现许多暗藏的致命弱点? 在固体助推火箭部门存在的毛病，是否在这儿也有?

主引擎比其他部件复杂得多，从设计、施工到运行，总体来讲 NASA 的工作相当出色。但也有一些重大问题。

一般的引擎设计用的是自下而上的方法。首先，人们仔细研究掌握各部件的性能和局限，在这基础上设计出由它们组成的大一点的部件，反复试验后再往上走一层。如此逐步地完成全部工程。由于各部分都做自己的试验并尽力优化，所以人们对自己的工作非常熟悉，各种问题得以妥善解决，而且节省经费。

航天飞机的主引擎设计却完全反了过来，采取的是自上而下的方法。在各部件被彻底研究测试之前，总设计先行开始。结果，在后来的运行中，各个细部不断地出现问题；而且，一旦出现问题，解决它总要花大笔的经费，因为其他各部都必须

做相应的改动。比如，在总体设计和制造完成之后，人们发现高压氧泵的叶片出现了裂纹。究竟是什么引起的？是材料本身不过关？高压氧与表面材料起了反应？急剧的升温降温引起材料不均匀地胀缩？某种频率的共振？从出现裂纹到叶片断裂有多久？所有这些问题都必须解决。可是，用整体引擎来做实验就太昂贵了——你不能每做一次实验都毁掉一个引擎啊！

而且，即使问题被发现了，改进的办法也找到了，每一次的变化都可能引起许多部件的重新设计和施工。

航天飞机的上引擎要求的技术远远超过了以往任何的飞机和火箭。这项工作确实是在探索全新的方法，试图达到以前从未想象过的技术指标。不幸的是，这么庞大艰辛的工程居然用的是自上而下的方法！结果是，27000 秒（55 次起降）无返修的目标没有达到，许多零件要不停地更换，包括主要部件。比如，氧泵叶片必须每起降 3 次就要更换，离设计目标差得太远。

在起降的记录中，总共有 16 次主引擎事故。工程师们对此极其担忧，尽全力用各种办法补救。由于他们的努力，大部分问题被解决了，在这种自上而下的结构中能做到这种程度也真是千难万难。以下是几个简单的例子：

叶片在高压油泵上出现裂纹
叶片在高压氧泵上出现裂纹
点火线开裂
ASI 小室侵蚀
等等

尽管如此，事故的可能性还是远远大于NASA所声称的。随着成功次数的增多，NASA的安全检查越来越松懈。“挑战者”失事虽然并非出于主引擎的故障，但隐患之多却和固体助推火箭部门完全相似。

飞行控制系统

飞行控制系统的计算机网络极其复杂，其中的主程序就有250000条指令。这些计算机管着升空降落之类的重要环节，它的硬件和软件都必须每时每刻正常工作。

简单地讲，硬件的安全是由四套一模一样的平行系统保证的。它们收集同样的数据，根据同样的程序加以运算，然后互相对比。正常的情况下，它们的结果应该完全相同。如果某个机器出了问题，它便被当即停止。

控制系统的记忆存储不足以容纳起飞、降落和飞行的全部程序，所以，宇航员只好手工操作，在整个飞行中把这些子程序换上换下。

现有的软、硬件都已经老旧，本应该更换。出于经费不足，他们用的还是15年前的计算机。但它们已经陈旧不堪，再下去连配件都没人生产了。新一代的计算机容量大了许多倍，又安全可靠，优点一目了然。

软件的检查是自下而上的——他们从编码查起，再查程序，这样一步一步直到总体软件都被核实。于此同时，另外一个完

全独立的小组从相反的方向着手，他们装扮成这些软件的用户，尽可能鸡蛋里挑骨头，测试所有的程序。

只有在正反两个方向的检查都无差错时，软件才算合格。

我的结论是控制系统的检验有着最严格的质量控制。整个部门没有出现那种自欺欺人的态度。但是，最近 NASA 的管理部门提出要裁减控制系统的测试，理由是它们太贵了。这种建议必须加以抵制，因为它没有注意到裁减必要的测试必将付出沉重的代价。

结　论

为了保持航天飞机的飞行日程，工程师们常常在未能完成高标准检测的情况下被要求做一些细微的通融。这些小小的放宽要求积累起来，导致了航天飞机的安全性大大下降。以我们的估计，事故率在 1%左右。

NASA 的估计比我们的要乐观千万倍。这可能来源于要在国会和公众面前夸大其词以获取拨款，也可能是由于极其严重的信息交流阻滞，使得 NASA 的管理阶层与下面的实际状况完全脱节。

以上这些带来了许多不幸，其中之一便是它造成了一种假象，似乎航天飞机已经安全到了普通人都可以去的程度。宇航员的勇气当然值得我们敬慕，但他们至少是经过特殊训练的人；而麦考利夫则是平民百姓，一个中学教师，为了显示国家对教育的重视被批准加入航天飞行。

在此，我们建议NASA的领导一定要认识客观的现实，认识技术的限制和尚未解决的问题。只有这样，他们才会有清醒的头脑。在比较航天飞机和其他航天技术时，他们应该有不夸大事实的态度。在决定起飞的次数时，也应以维修的现实可能为基本考虑。如果现实的情况没有那么“一片大好”，国会因此不愿拨款支持NASA，那也只能如此！NASA对支持它的公民负有不可推卸的责任，即NASA必须开诚布公，让民众明白真相，然后做出最明智的决定。

一个工程要成功，尊重现实是第一位的，赢得公众好印象是第二位的，因为自然规律是不会作假的。

第三部

后　　记

开篇语

当我年轻的时候，我认为科学会有利于每个人。科学显然很有用，也是很有益的。在第二次世界大战中，我参与了原子弹的制造工作。科学的发展导致了原子弹的产生，这显然是一个具有极其严肃意味的事件：它代表着对人类的毁灭。

战后，我对原子弹忧心忡忡，既不知未来会怎样，也更不敢肯定人类一定会延存。自然地，一个问题会这样被提出：科学是不是包含着邪恶的成分?

这个问题也可以这样来问：当我们看到科学也可以带来灾难时，那么我如此热爱，并且毕生孜孜为之的科学事业的价值究竟何在？这是我无法回避的问题。

这篇“科学的价值”，你们可以把它看成是我在探索这个问题时的所思所悟。

理查德·费曼

科学的价值

时常，人们对我提出科学家应该多多关心社会问题，特别是要考虑科学对于社会的影响。人们似乎相当普遍地认为，只要科学家们对于错综复杂的社会问题加以关注，而不是成天钻在枝尾末节的科学研究之中，那么巨大的成功就会自然到来。

我以为，我们科学家是很关注这些社会问题的，只不过我们不是把它们当作自己的全职而已。其原因是对于这些比科学研究复杂千百倍的社会问题，我们也是百思不得其解，绝无灵丹妙药。

我认为当科学家思考非科学问题时，他和所有的人一样无知；当他要对非科学问题发表见解时，他和所有的门外汉一样幼稚。今天我的讲演“科学的价值”所针对的并不是一个科学课题，而是价值评判；这样看来，我下面将要讲的大概也是粗浅不堪的了。

科学的价值的第一点是众所周知的。科学知识使人们能制造许多产品、做许多事业。当然，当人们运用科学做了善事的时候，功劳不仅归于科学本身，而且也归于指导着我们的道德选择。科学知识给予人们能力去行善，也可以作恶，它本身可并没有附带着使用说明。这种能力显然是有价值的，尽管好坏决定于如何使用它。

在一次去夏威夷的路途中，我学会了一种方法来表达上述问题——一个佛祠的主持向游客们谈及佛学，最后他说他的临别赠言将使游客们永不忘却（我是真的从未忘却）。这赠言是佛经中的一句箴语：“每个人都掌握着一把开启天堂之门的钥匙，这把钥匙也同样能打开地狱之门。”

如此说来，开启天堂之门的钥匙又有什么价值呢？如果我们没有办法分辨一扇门是通向天堂还是地狱，那么手中的钥匙可是个危险的玩艺儿。

可是这钥匙又确实有它的价值——没有它，我们无法开启天堂之门；没有它，我们即使明辨了天堂与地狱，也还是束手无策。这样推论下来，尽管科学知识可能被误用以导致灾难，它的这种产生巨大影响的能力本身是一种价值。

科学的另一个价值是提供智慧与思辨的享爱。这种享受在一些人可以从阅读、学习、思考中得到，而在另一些人则要从真正的深入研究中方能满足。这种智慧思辨享受的重要性往往被人们忽视，特别是那些喋喋不休地教导我们科学家要承担社会责任的先生们。

我当然不是说个人在智慧思辨中的享受是科学的全部价值所在。不过，如果我们社会进步的最终目标正是为了让各种人能享受他想做的事，那么科学家们思辨求知的享受也就和其他事具有同等的重要性了。

另外一个不容低估的科学的价值是它改变了人们对世界的概念。由于科学的发展，我们今天可以想象无穷奇妙的东西，比诗人和梦想者的想象丰富离奇千万倍。自然的想象和多姿比

人类要高明得多。比如吧，诗人想象巨大的海龟驮着大象到海里旅行；而科学给了我们一幅图画——天宇中一个巨大的球在旋转；在它的表面，人们被神奇的引力吸住，并附着它在旋转。

我常常想这些奇妙的东西，这些从前人们根本不可想象，而如今科学知识使我们可以想象的东西。

曾经，我站在海边的沙滩上，陷入了这样的深思：

潮起潮落
无法计数的分子
各自孤独地运行
相距遥远却又息息相关
泛起和谐的白浪
旷代久远

在尚无生物的上古
眼睛还未出现
年复一年
惊涛拍岸如今
为了谁，为了什么？
在一个死寂的星球
没有为之欣悦的生命

永无休止
骄阳弥散着能量

射向无垠的宇宙
掀动着大海的波浪
大洋深处
分子重复不变
忽然，萌生新的组合
它们会复制自身
由此演出了全新的一幕

愈变愈大
愈变愈复杂
生物，DNA，蛋白质
它们的舞蹈愈加神奇

跃出海洋
走向陆地
站立着
具有认知力的原子
具有好奇心的物质

凭海向洋
一个好奇者在好奇
我——
一个原子的宇宙
一个宇宙中的原子

这样的激动、惊叹和神秘，在我们研究问题时一次又一次地出现。知识的进步总是带来更深、更美妙的神秘，吸引着我们去更深一层地探索。有时探索的结果令人失望，可这又有什么关系。我们总是兴致勃勃而自信地深钻下去，发现无法想象的奇妙和随之而来的更深更美妙的神秘。这难道不是最激动人心的探索么！

诚然，没有过科学研究经历的人大概不会有这种近似宗教的感受。诗人不会写它，艺术家也无法描述这种奇妙的感受。我很是不解——难道他们都不为我们所发现的宇宙所激动吗？歌唱家现在还不会歌唱科学带来的神奇美妙，科学对于人们来说还是在讲课中接受的，而不是在诗与歌之中。这说明我们还没有进入一个科学的时代。

这种沉默无歌的原因之一，大概是人们必须懂得如何读这种音乐的乐谱才能歌唱。比如，一篇科学论文说，“鼠的脑中放射标记的磷在两周中减了一半。”这是什么意思呢？

它的意思是鼠脑中（你、我的脑子也没什么差别）的磷有一半已经不是两周前的原子了，它们已被替换了。那么我要问：“究竟什么是载有意识的分子呢？子虚乌有么？这些全新的分子能承载一年前在我脑中的记忆，可当时发生记忆的分子却早已被置换了！这个发现就像是说我这个体仅仅是一个舞蹈的编排。分子们进入我的大脑，跳了一场舞就离开了；新的分子又进来，还是跳和昨天一模一样的舞蹈——它们能记住！

有时我们会从报纸上念到这样的话：“科学家认为这项发现

对于治疗肿瘤是十分重要的……”。看，这报道只注重那项发现有什么可利用之处，而完全丢开了它本身的意义。而实际上它是多么奇妙啊！偶尔，小孩子反倒会意识到那些意义；此时，一个科学家的苗子出现了。如果当他们上大学时我们才教他们这些，那就太晚了。我们必须从孩童教起。

现在，我来谈谈科学的第三个价值——它稍稍有些间接，不过并不牵强。科学家们成天经历的就是无知、疑惑、不确定，这种经历是及其重要的。当科学家不知道答案时，他是无知的；当他心中大概有了猜测时，他是不确定的；即便他满有把握时，他也会永远留下质疑的余地。承认自己的无知，留下质疑的余地，这两者对于任何发展都必不可少。科学知识本身是一个具有不同层次可信度的集合体：有的根本不确定，有的比较确定，但没有什么是完全确定的。

科学家们对上述情形习以为常，他们自然地由于不确定而质疑，而且承认自己无知。但是我认为大多数人并不明白这一点。在历史上科学与专制权威进行了反复的斗争才渐渐赢得了我们质疑的自由。那是一场多么艰辛、旷日持久的战斗啊！它终于使我们可以提问、可以质疑、可以不确定。我们绝不应该忘记历史，以致丢失千辛万苦争来的自由。这，是我们科学家对社会的责任。

人类的潜能之大、成就之小，令人想起来未免神伤，总觉得人类可以更好。先人在恶魔中梦想未来；我们（正是他们的未来）则看到他们的梦想有些已经成真，大多却仍然是梦想，一如往日。

有人说教育的不普及是人类不能前行的原因。可是难道教育普及了，所有的人就都能成为伏尔泰吗？坏的和好的是同样可以被传授的；教育同样拥有趋善或趋恶的巨大能力。

另一个梦想是国与国之间的充分交流一定会增加互相理解。可是交流的工具是可以被操纵的。如此说来所交流的既可以是真实，也可以是谎言。交流也具有趋善和趋恶双重可能。

应用科学可以解决人们的物资需求，医药可以控制疾病——看上去总算尽善尽美了吧？可偏偏有不少人在专心致志地制造可怖的毒物、细菌，为化学生物战争做准备。

几乎谁都不喜欢战争，和平是人类的梦想——人们尽可能地发挥潜能。可没准儿未来的人们发现和平也可好可坏。没准儿和平时代的人因没有挑战而厌倦不堪，于是终日痛饮不止，而醉熏熏的人并不能发挥潜能、成就大业。

和平显然是一个很大的力量，如同严谨、物资发展、交流，教育、诚实和先人的梦想。与先人相比，我们确实进步了，有更多的能力了。可与我们能够成就的相比，所达到的就相形见绌。

原因何在？为什么我们就无法战胜自己？

因为我们发现，巨大的潜能和力量并没有带着如何使用它们的说明书。譬如，对物质世界认识愈多，人们就愈觉得世界真是毫无目的意义可言。科学并无法指导行善或行恶。

有史以来，人们一直都在探究生命的意义。他们想：如果有某种意义和方向来指导，人的伟大潜能定会充分发挥。于是有了许多种对生命意义的阐述和教义。这些各自不同的教义有

着自己的信徒，而某一种教义的信徒总是怀着恐惧的心情看待其余教义的信徒。这种恐惧来自于信念的互不相容，致使原本良好的出发点都汇入了一条死胡同。事实上，正是从这些历史上错误信仰所制造的巨大谬误中，哲学思考者们慢慢发现了人类美妙无限的能力。人们梦想能发现一条通途。

那么，这些又有什么意义呢？我们如何来解开存在之谜呢？

如果把所有的加以考量——不仅是先人所知，而且他们不知而我们今天所知的——那么我认为我们必须坦率地承认，我们还是知之甚微。

不过，正当我们如此承认的时候，我们便开始找到了通途。

这并非一个新观念，它是理性时代的观念，也正是它指导着先贤们缔造了我们今日享用的民主制度。正因为相信没有一个人绝对懂得如何管理政府，我们才有这样一个制度来保证新的想法可以产生发展、被尝试运用、并在必要的时候被抛弃；更新的想法又可以如此地轮回运行。这是一种尝试——纠偏的系统方法。这种系统方法的建立，正是因为在 18 世纪末，科学已经成功地证明了它的可行性。在那时，关注社会的人们已经意识到：对各种可能性持开明态度便带来机会；质疑和讨论是探索未知的关键，如果我们想解决以前未能解决的问题，那我们就必须这样地把通向未知的门开启。

人类还处在初始阶段，因此我们遇上各种问题是毫不奇怪的。好在未来还有千千万万年。我们的责任是学所能学、为所可为、探索更好的办法，并传给下一代。我们的责任是给未来

的人们一双没有束缚自由的双手。在人类鲁莽冲动的青年期，人们常会制造巨大的错误而导致长久的停滞。倘若我们自以为对众多的问题都已有了明白的答案，年轻而无知的我们一定会犯这样的错误。如果我们压制批评，不许讨论，大声宣称“看哪，同胞们，这便是正确的答案，人类得救啦!”我们必然会把人类限制在权威的桎梏和现有想象力之中。这种错误在历史上屡见不鲜。

作为科学家，我们知道伟大的进展都源于承认无知，源于思想的自由。那么这是我们的责任——宣扬思想自由的价值，教育人们不要惧怕质疑而应该欢迎它、讨论它，而且毫不妥协地坚持拥有这种自由——这是我们对未来千秋万代所负有的责任。

一九八八年，费曼在勇敢地与癌症抗争了多年后，最终故世了。《纽约时报》称赞他是“二战以后理论物理学家中最智力超群，反传统习俗，最具有影响力的”。这本书作为《别闹了，费曼先生》的后续，向我们展示了更多他对生活毫无拘束的热爱，和他更深一层的思索。这里，费曼谈及了教他思考的父亲，和教他爱心的艾莲——即使是在她久卧病塌[illegible]命将息的时候。费曼介绍给我们“挑战者号”失事调查委员会的幕后，以及最戏剧性的一幕：事故起因的谜团被他简单而精妙的一个冰水实验揭开。

书籍设计：朱虹

《纽约客》书评：“幽默、大胆、自我中心、而且……很动人……”

《纽约时报》书评：“……个更真实的费曼，他不仅是个会打手鼓、追姑娘，讲笑话的家伙；他更是一个诚恳、深思、对科学的能力和局限想得极深的人。”

《华盛顿邮报》书评：“费曼睿智、独创、精力充沛、激动人心、热情奔放、既合群却又不陷世俗，他热爱科学，又关注最基本的命题，对世界有独特的见解。当费曼向我们讲诉他衷心所爱的一切时，天才的光辉一览无余……”

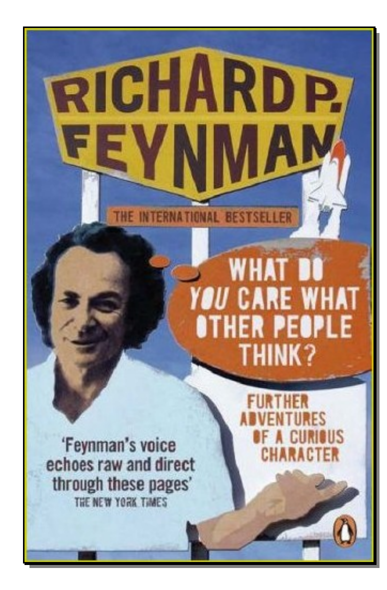
《费城探索者》书评：“关注‘挑战者号’失事原因的人可以从这第一手资料里看到 NASA 内部的混乱：还能读到这位天才物理学家如何受到关于幕后政治的启蒙教育。”

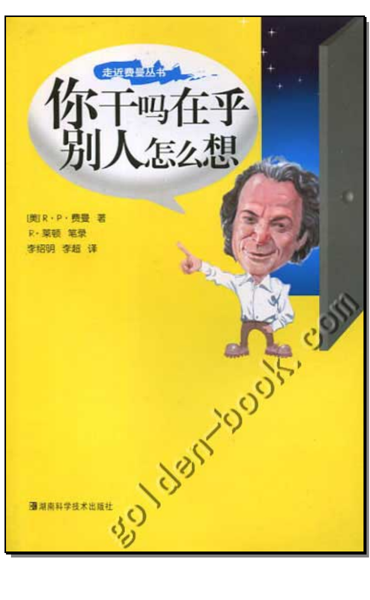


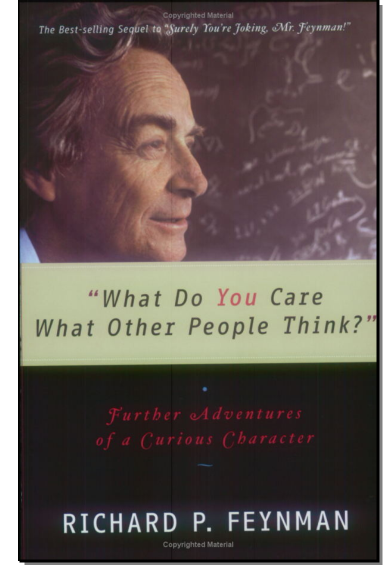
ISBN 7-5004-2263-3/K · 366

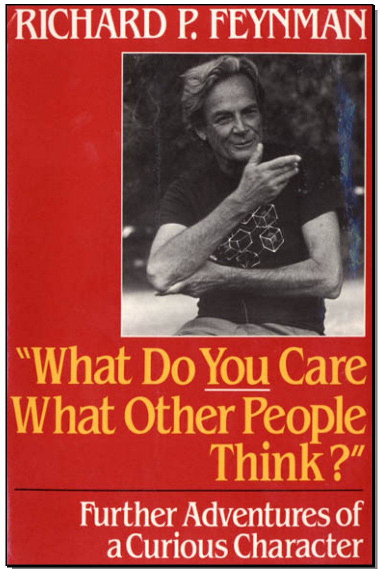
定价：18.00 元

附：书影


RICHARD P. FEYNMAN
THE INTERNATIONAL BESTSELLER
WHAT DO YOU CARE WHAT OTHER PEOPLE THINK?
FURTHER ADVENTURES OF A CURIOUS CHARACTER
'Feynman's voice echoes raw and direct through these pages'
THE NEW YORK TIMES


走近费曼丛书
你干吗在乎别人怎么想
[美] R·P·费曼 著
R·莱顿 笔录
李绍明 李超 译
湖南科学技术出版社
golden-book.com


The Best-selling Sequel to "Surely You're Joking, Mr. Feynman!"
"What Do You Care What Other People Think?"
Further Adventures of a Curious Character
RICHARD P. FEYNMAN


RICHARD P. FEYNMAN
"What Do You Care What Other People Think?"
Further Adventures of a Curious Character

Ken777 校对及文字输入说明：

页码	说　　　　　明
84	10 行：“把门卸下来”：原书误为“把门御下来”。
100	02 行：“职业模特儿”：原书误为“职业模物儿”。
132	02 行：“两个 O-环之间”：原书误为“两尾 O-环之间”。
179	22 行：“出色的程序”：原书误为“出色的程度”。 24 行：“芯片”：原书误为“锌片”。
194	08 行：“为时晚矣”：原书误为“为时完矣”。
全部	加着重点文字用绛红色黑体字代替，如：“重点”显示为“**重点**”。





《你干吗在乎别人怎么想？充满好奇心的费曼》一校图文版，版面重排

全书由 凡剑（Ken777）OCR、校对、重绘封面、封底、排版制作。

2008 年 *08* 月 *24* 日一校

